



Tobias Richter

**Mikrofonierung eines Symphonieorchesters für
Live-Beschallung**

Am Beispiel von Philharmonic-Rock

- Bachelorarbeit -

Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Science (FH)

Fachbereich Medien



Tobias Richter

Mikrofonierung eines Symphonieorchesters für

Live-Beschallung

Am Beispiel von Philharmonic-Rock

- eingereicht als Bachelorarbeit -

Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Science (FH)
Fachbereich Medien

Erstprüfer	Zweitprüfer
Professor Dr.-Ing. Michael Hösel	Dipl.-Ing. Mike Winkler
Großbuch	30.07.2010

Richter, Tobias:

Mikrofonierung eines Symphonieorchesters für Live-Beschallung

Am Beispiel von Philharmonic-Rock. – 2010 – 54 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Medien, Bachelorarbeit

Inhalt

Einleitung	2
1 Mikrofone und ihre Unterschiede	3
1.1 Richtcharakteristik	3
1.1.1 Druckempfänger	3
1.1.2 Druckgradientenempfänger	4
1.1.3 Umschaltbare-Richtcharakteristik	8
1.2 Wandlungsmöglichkeiten	8
1.2.1 Historisch	8
1.2.2 Dynamische Mikrofone	10
1.2.3 Kondensatormikrofone	13
1.3 Spezialmikrofone	17
1.3.1 Lavalier- und Ansteckmikrofone	17
1.3.2 Kopfbügelmikrofone	18
1.3.3 Grenzflächenmikrofone	18
1.3.4 Körperschallmikrofone	19
1.4 Weitere Eigenschaften und Unterscheidungsmerkmale	20
1.4.1 Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor	20
1.4.2 Äquivalentschalldruckpegel	20
1.4.3 Signal-Rausch-Abstand	21
1.4.4 Grenzschalldruckpegel	21
1.4.5 Übertragungsbereich	21
1.4.6 Frequenzgang	21
1.5 Mikrofonierungsarten	22
1.5.1 Einzelmikrofonverfahren	22
1.5.2 Stereomikrofonie	22

2	Umsetzung am Beispiel Philharmonic-Rock	25
2.1	Vorstellung Philharmonic-Rock	25
2.2	Das Symphonieorchester	25
2.3	Anforderungen an die Orchesterabnahme.....	25
2.4	Anforderungen an die Live-Beschallung	26
2.5	Schallquellen und Nutzsignale	27
2.6	Mikrofonierung	28
2.7	Mikrofonauswahl.....	29
2.7.1	Streichinstrumente.....	29
2.7.2	Holzblasinstrumente	33
2.7.3	Blechblasinstrumente	38
2.7.4	Schlaginstrumente.....	42
2.7.5	Zupfinstrumente.....	45
2.8	Orchestermischung.....	46
2.8.1	Signalübertragung und Mikrofonvorverstärkung.....	46
2.8.2	Klangbearbeitung.....	47
2.8.3	Laufzeitkorrektur	48
2.8.4	Ortbarkeit und Stereoklangbild	48
2.8.5	Effekte und Raumprozessoren.....	49
2.8.6	Monitoring	51
2.8.7	Kommunikation	52
Fazit	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzip des Druckempfängers	3
Abbildung 2:	Polardiagramm der Kugel.....	4
Abbildung 3:	Prinzip einer Achterkapsel.....	4
Abbildung 4:	Polardiagramm der Acht.....	4
Abbildung 5:	Akustisches Laufzeitglied	5
Abbildung 6:	Polardiagramm Niere.....	5
Abbildung 7:	Polardiagramm von Superniere und Hypernieren	6
Abbildung 8:	Frequenzabhängiges Polardiagramm einer Superniere	6
Abbildung 9:	Auswirkung des Nahbesprechungseffektes auf den Frequenzgang.....	7
Abbildung 10:	Aus zwei Nieren gleicher Polarität entsteht die Kugelcharakteristik. Für zwei Nieren entgegengesetzter Polarität ergibt sich die Acht.	8
Abbildung 11:	Aufbau eines Kohlemikrofons	9
Abbildung 12:	Aufbau eines Bändchenmikrofons	10
Abbildung 13:	Aufbau eines Tauchspulmikrofons.....	11
Abbildung 14:	Schwingeinheit aus Membran und Schwingspule	11
Abbildung 15:	Prinzip eines Kondensatormikrofons	13
Abbildung 16:	Prinzipschaltbild eines Elektret-Kondensatormikrofons	14
Abbildung 17:	Kondensatorkapsel mit Doppelmembran.....	16
Abbildung 18:	Frequenzgang Lavaliermikrofon und Sprache vor der Brust.....	17
Abbildung 19:	Frequenzgänge von verschiedenen Einsprechrichtung	22
Abbildung 20:	DPA 4060 an Violine und Violoncello	31
Abbildung 21:	Schertler DYN-B am Kontrabass	32
Abbildung 22:	Audix M1245A für Klarinette, im Hintergrund Kopfbügelmikrofon DPA4084 für die Flöten	35
Abbildung 23:	Kondensatormikrofon Audix M1245A auf Schwanenhals für Klarinette und Fagott.....	36
Abbildung 24:	Mikrofonierung des Horns mit Audix ADX20-ip	39
Abbildung 25:	Ansteckmikro-fone ADX20-ip auch an der Trompete.....	40
Abbildung 26:	Audio-Technica AE5400 an der Pauke.....	42
Abbildung 27:	Audix SCX1-C als Overheadmikrofon für Schalginstrumente.....	44
Abbildung 28:	DYN-H von Schertler an der Harfe	45

Einleitung

Das Überleben der klassischen Musik scheint wohl auch in der heutigen Zeit der modernen Kommunikationsmittel, des Web2.0 und der schnelllebigen Musikindustrie niemand ernsthaft zu bezweifeln. Ihr Publikum ist, zwar weder zahlenmäßig das Größte, noch unter den konsumfreudigen jüngeren Menschen zu finden. Dafür ist es aber ausgesprochen treu, größtenteils fachkundig und dementsprechend anspruchsvoll. An sich keine schlechte Voraussetzung, wenn nicht der Erhalt dieses, über Jahrhunderte gewachsenen, Kulturbereiches derart viele Gelder benötigen würde. Angesichts der klammen Haushaltslage Allerorts, sinkender öffentlicher Mittel und Subventionen begeben sich immer mehr Orchester auf die Suche nach einem breiteren und größeren Publikum. Mit dem Schritt, raus aus den üblichen Spielstätten, sollen die hier und da vorherrschenden Berührungsängste zu einer klassischen Aufführung genommen und die Hemmschwelle ein Theater oder Konzertsaal zu betreten gesenkt werden. Besonders populär sind in den letzten Jahren Aufführungen von sowohl klassischen Werken, als auch großer Klassiker der Rock- und Popmusik geworden. Das Zusammenspiel eines großen Symphonieorchesters mit einer Rockband und schillernden Solisten begeistert immer wieder das Publikum.

Es stellt aber auch eine große Herausforderung dar ein Symphonieorchester über die Beschallungsanlage einer Openairbühne - zusammen mit einer Rockband - so klingen zu lassen, dass sie dem anspruchsvollem Publikum gerecht wird und den jüngeren Zuhörern der Unterschied zur 0815-MP3 des aktuellen Mainstreampop deutlich wird.

Ziel dieser Arbeit ist es ein Konzept zur Mikrofonierung vorzustellen, mit dem das Symphonieorchester auf der Openairbühne noch so natürlich, wie möglich klingen soll. Verantwortlich für Klangtreue und Klangqualität sind vor allem die Schallwandler. Die Mikrofone als eben Solche stehen daher auch im Mittelpunkt der Betrachtungen. Zahlreiche weitere Faktoren werden diskutiert und ein Beispiel soll sowohl die Mikrofonierung des Orchesters in der Praxis, als auch ein Konzept zur grundlegenden Herangehensweise an den Live-Orchestermix veranschaulichen.

1 Mikrofone und ihre Unterschiede

Mikrofone gibt es in einer schier unüberschaubaren Anzahl. Alle Mikrofone sind Schallwandler. Sie wandeln alle die akustischen Schwingungen in die Elektrischen einer Wechselspannung. Wie gut das gelingt ist letztendlich, neben der Wahl des richtigen Aufstellungsortes und der Ausrichtung, auch von der Auswahl des geeignetsten Mikrofons abhängig. Im Folgenden sollen zunächst die unterschiedlichen konstruktiven Merkmale der Mikrofone erläutert werden, anhand deren die Auswahl der Mikrofone für den jeweiligen späteren Einsatzzweck erfolgen kann.

1.1 Richtcharakteristik

Mikrofone haben gegenüber dem menschlichen Ohr den Nachteil, dass sie sich nicht auf ein bestimmtes Schallereignis „konzentrieren“ können und so automatisch unliebsamen Störschall und Nebenergebnisse ausblenden. Hier setzt die Richtcharakteristik an, die es einem Mikrofon ermöglicht Schall aus bestimmten Einfallsrichtungen zu dämpfen oder gar gänzlich auszublenden.

1.1.1 Druckempfänger

Die ersten Mikrofone waren alles sogenannte Druckempfänger. Bei diesem Prinzip ist lediglich die Vorderseite der Membran dem Druckfeld ausgesetzt, und die Rückseite über eine Kammer abgeschlossen. Lediglich eine kleine Öffnung war vorhanden, um den jeweils vorherrschenden Luftdruck auszugleichen, damit die Membran nicht einseitig vorgespannt wird.

Durch diese Konstruktion sind die Mikrofone für den Schalleinfall aus allen Richtungen nahezu gleich empfindlich. Rückwärtig eintreffender Schall wird um die Mikrofonkapsel gebeugt und führt auch zur Membranauslenkung. Mit steigender Frequenz und abnehmender Wellenlänge ist die Schallbeugung aber immer schwerer möglich und die Mikrofonkapsel wird zunehmend zum Hindernis, an der die hohen Frequenzen reflektiert werden. Das Mikrofon wird wegen seiner nahezu „rundum“ gleichbleibenden Empfindlichkeit als Kugelmikrofon bzw. Mikrofon mit Kugelcharakteristik bezeichnet.

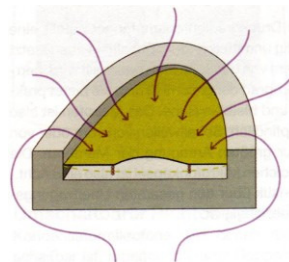


Abbildung 1: Prinzip des Druckempfängers¹

¹ Pawera 2004, 45

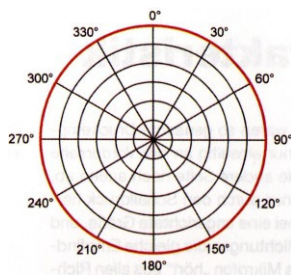


Abbildung 2: Polardiagramm der Kugel²

1.1.2 Druckgradientenempfänger

Wird die Rückseite der Membran nicht über eine Kapsel abgeschlossen, sondern Vorder- und Rückseite dem Schallfeld ausgesetzt, so entspricht die Antriebskraft auf die Membran dem Druckunterschied von Vorder- und Rückseite, dem sogenannten Druckgradienten. Der Druckgradient ist proportional zur Schallschnelle.

Dadurch wird das Mikrofon gleichermaßen Empfindlich für vor- und rückwärtig eintreffenden Schall. Schallwellen, die hingegen von der Seite auf die Mikrofonkapsel treffen, erreichen zugleich Vorder- und Rückseite der Membran. Es entsteht kein Druckunterschied und die Membran bleibt in Ruhe. Die so entstandene Richtcharakteristik ist die Acht, bzw. Achtercharakteristik. Durch das relativ kleine Hindernis, dass die Membranaufhängung auch für hohe Frequenzen mit ihren kurzen Wellenlängen darstellt, können auch diese noch daran gebeugt werden. Die Richtcharakteristik der Acht bleibt dadurch für alle Frequenzen erhalten und neigt nicht, wie die Kugel für hohe Frequenzen zur Niere zu werden.

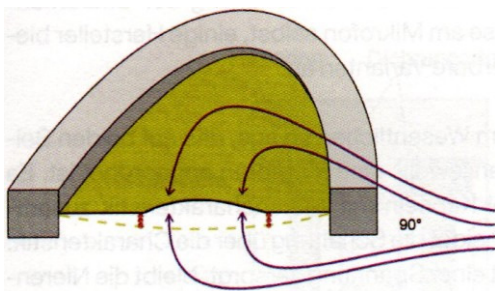


Abbildung 3: Prinzip einer Achterkapsel (links)³

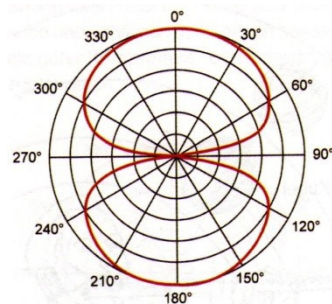


Abbildung 4: Polardiagramm der Acht (rechts)⁴

² Pawera 2004, 46

³ Pawera 2004, 47

⁴ Pawera 2004, 39

Die wohl verbreitetste Richtcharakteristik ist die Niere. Sie entsteht, wenn die Rückseite, der an beiden Seiten offenen Kapsel, mit einem Laufzeitglied versehen wird.

Das Laufzeitglied verlängert den Weg zur Rückseite der Membran. Schall der von vorn (0°) auf die Membran trifft kommt dadurch erst verzögert auf der Rückseite an. Dadurch entsteht ein Druckunterschied und die Membran wird zum Schwingen versetzt. Für rückwärtigen (180°) Schalleinfall entspricht der Weg zur Rückseite der Membran, durch das Laufzeitglied, etwa dem Weg um das Mikrofon herum zur Vorderseite der Membran. Es entsteht kein Druckunterschied, die Membran bleibt in Ruhe. Demzufolge entsteht für seitlich auf die Mikrofonkapsel treffenden Schall wieder ein Druckunterschied, der allerdings nicht so groß ist, wie für frontal eintreffenden Schall. Somit ist auch hier die Membranauslenkung kleiner.

Damit erhält das Mikrofon für frontal eintreffenden Schall seine größte Empfindlichkeit, die zur Rückseite hin fast völlig abnimmt. Gemäß dem Polardiagramm erhält diese Richtcharakteristik die Bezeichnung Niere.

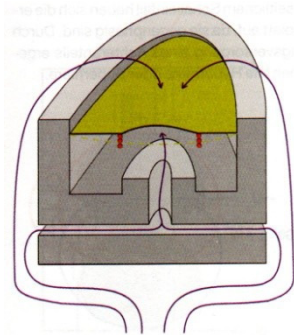


Abbildung 5: Akustisches Laufzeitglied (links)⁵

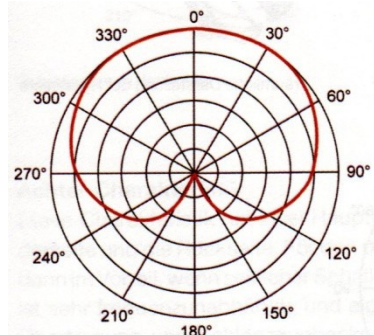


Abbildung 6: Polardiagramm Niere (rechts)⁶

Die Nierencharakteristik ist aber auch über die akustische oder elektrische Überlagerung von einer Kugel-mit einer Achter-Kapsel realisierbar. Dafür müssen entweder die nah beieinander liegenden Kapseln eines Druckempfängers (Kugel) und Druckgradientenempfängers (Acht) zusammengeschaltet werden. Aus den unterschiedlichen Amplituden- und Phasenlagen von Acht und Kugel entsteht dann die Niere. Oder die Niere wird akustisch erzeugt, indem ein Teil der Membran nur dem frontal eintreffenden Schall zugänglich ist und der Rest der Membran von beiden Seiten dem Schall ausgesetzt wird. Kugel und Acht entsteht hier akustisch. Das Ergebnis bleibt die Nierencharakteristik.

⁵ Pawera 2004, 47

⁶ Pawera 2004, 37

Zwischenformen, wie Hyper- oder Superniere können durch einen größeren Anteil der Acht, bzw. eines kürzeren Laufzeitgliedes erreicht werden. Seitlich eintreffender Schall wird dann stärker, Rückseitiger weniger stark gedämpft.

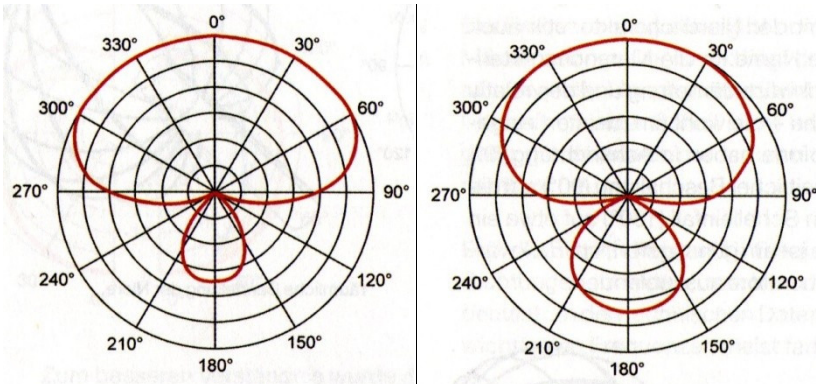


Abbildung 7: Polardiagramm von Superniere und Hypernieren⁷

Polardiagramme werden oft idealisiert dargestellt. Tatsächlich ist das Richtverhalten aber frequenzabhängig, da es von der Wirkung der Laufzeitglieder abhängt. Diese Wirkung hängt aber nicht nur von der Einsprechrichtung ab, sondern auch von der Wellenlänge, die mit sinkender Frequenz zunimmt. Denn je größer die Wellenlänge ist, umso weniger bewirkt der feste Weglängenunterschied zur Vorder- und Rückseite der Membran.

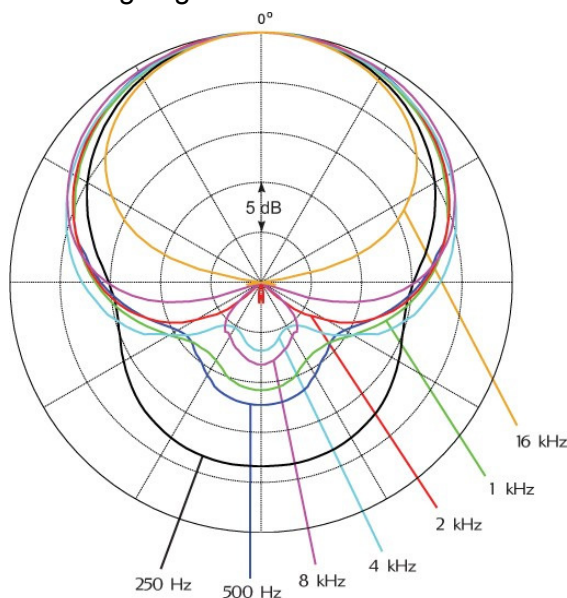


Abbildung 8: Frequenzabhängiges Polardiagramm einer Superniere⁸

⁷ Pawera 2004, 38

⁸ DPA 4099 Datenblatt 2010, 2

Ein weiteres Phänomen der Druckgradientenempfänger ist der Nahbesprechungseffekt. Er bewirkt eine Tiefenanhebung bei kleinen Mikrofonabständen. Im Fernfeld verhält sich der Druckgradient umgekehrt proportional zum Mikrofonabstand. Im Nahfeld hingegen ist der Druckgradient dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional. Das heißt also, dass im Fernfeld die Halbierung des Mikrofonabstandes eine Verdoppelung des Druckgradienten bewirkt. Im Nahfeld hingegen vervierfacht sich der Druckgradient dabei. Der Nahbesprechungseffekt kommt dadurch zustande, dass das Nahfeld so groß ist, wie die Wellenlänge der jeweiligen Frequenz. Damit haben tiefere Frequenzen mit ihren größeren Wellenlängen ein größeres Nahfeld als hohe Frequenzen. Befindet sich das Mikrofon nun im Nahbereich für tiefere Frequenzen, kommt es zur Anhebung dieser tiefen Frequenzen, wo hingegen sich höhere Frequenzen noch im Fernfeld befinden und keine weitere Anhebung erfahren.

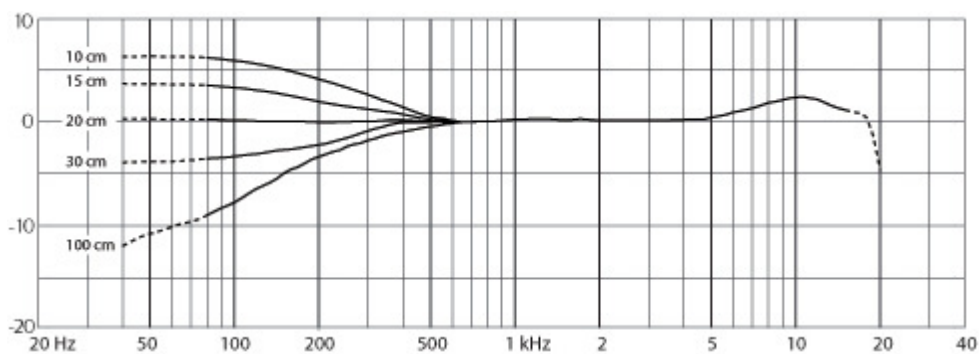


Abbildung 9: Auswirkung des Nahbesprechungseffektes auf den Frequenzgang⁹

⁹ DPA 4099 Dokumentation 2010, 1

1.1.3 Umschaltbare-Richtcharakteristik

Besonders vielfältig in der Anwendung können Kondensatormikrofone mit Doppelmembran sein. Dieser Aufbau ermöglicht die unterschiedliche Zusammenschaltung der beiden entgegengesetzten, eng beieinanderliegenden Kondensatorkapseln. Dadurch ergeben sich die unterschiedlichen Richtcharakteristiken Acht, Niere, Kugel, sowie die Zwischenformen Hyperniere, Superniere und Breite Niere. Durch die Ausstattung des Mikrofons mit entsprechenden Schaltern, kann es für den jeweiligen Einsatzzweck angepasst werden.

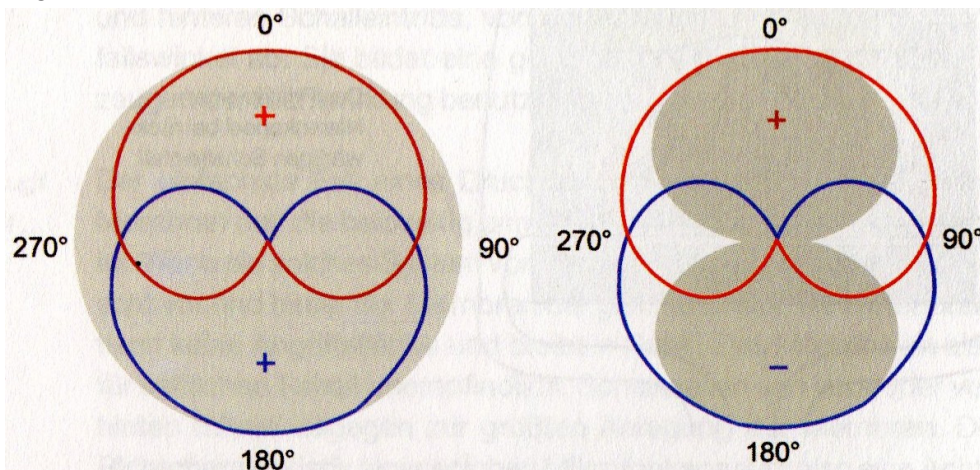


Abbildung 10: Aus zwei Nieren gleicher Polarität entsteht die Kugelcharakteristik. Für zwei Nieren entgegengesetzter Polarität ergibt sich die Acht.¹⁰

1.2 Wandlungsmöglichkeiten

Neben den Richtwirkungen der Mikrofone sind hauptsächlich die Arten ihrer Schallwandlung entscheidend für die erzielbare Signaltreue und Klangqualität.

1.2.1 Historisch

Kohlemikrofone

Auch wenn Kohlemikrofone heute allenfalls antiquarische Werte besitzen und keine Anwendung mehr finden, soll ihr Prinzip der Schallwandlung trotzdem hier mit genannt werden.

Es beruht auf den elektrischen Widerstand von Kohlestaub der in einem kleinen Metallgehäuse eingeschlossen ist. Über eine angeschlossene

¹⁰ Pawera 2004, 48

Spannungsquelle und einen Widerstand fließt ein fester Strom durch die Kapsel. Der Deckel des Gehäuses stellt zugleich die Membran dar und ist mit einem Pol der Spannungsquelle verbunden. Der andere Kontakt ist am Boden innerhalb des Gehäuses angebracht. Auf den Deckel treffender Schalldruck bewirkt nun eine Auslenkung des Selben und ein Verdichten des Kohlenstaubes. Dadurch ändert sich auch dessen elektrischer Widerstand und über dem nachgeschalteten Widerstand lässt sich eine veränderliche Spannung abgreifen, die den Schalldruckschwankungen entspricht.

Dieses Wandlungsprinzip ist zwar preiswert in der Herstellung, wegen des schlechten Frequenzganges und des starken Rauschens dieser Schaltung kommt es aber heute, wie erwähnt, nicht mehr zum Einsatz.

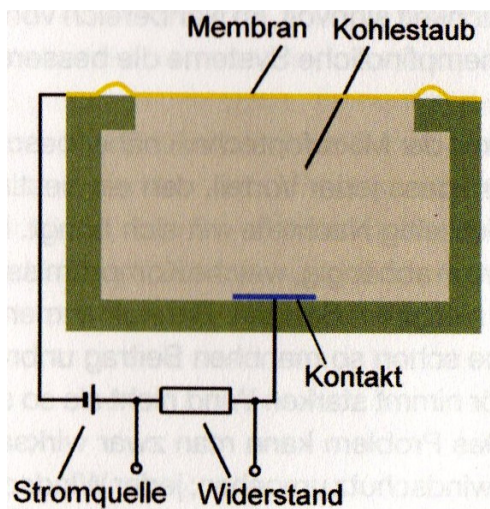


Abbildung 11: Aufbau eines Kohlemikrofons¹¹

Piezoelektrische Wandler

Als Tonabnehmer bei beispielsweise akustischen Gitarren kommen piezoelektrische Wandler auch heute noch zum Einsatz. Sie bestehen aus einem speziellen kristallinen Werkstoff, der die Eigenschaft besitzt, bei Druck oder Verformung, an dessen Oberfläche eine elektrische Spannung zu erzeugen. Die Schallwandlung erfolgt dabei nicht durch den Schalldruck in der Luft, sondern durch die Schwingungen des Körperschalls. Dafür wird dieser Wandler beispielsweise auf dem Korpus oder den Saiten eines Instruments befestigt, dessen Signal gewandelt werden soll. Dieses aufwändige und teure Verfahren ist zwar gut geeignet für die Abnahme akustischer Gitarren und ist kaum anfällig für Rückkopplungen, die geringe Ausgangsspannung und der eingeschränkte Frequenzgang stehen aber anderen Einsatzzwecken oft entgegen.

¹¹ Pawera 2004, 14

1.2.2 Dynamische Mikrofone

Zu den Dynamischen oder elektrodynamischen Mikrofonen gehören die Tauchspul- und Bändchenmikrofone. Bei diesen Mikrofontypen erfolgt die Schallwandlung aufgrund des Induktionsgesetzes. Dabei erzeugt ein Dauermagnet ein Magnetfeld, in dem sich ein elektrischer Leiter befindet. Der Leiter ist beweglich gelagert und je nach Prinzip direkt, oder indirekt über eine Membran, den Schallschwingungen ausgesetzt. Der Leiter bewegt sich, angeregt durch den Schall, im Magnetfeld. Dadurch wird im elektrischen Leiter eine Wechselspannung induziert.

Die Wechselspannung an den Enden des Leiters ist proportional zur Geschwindigkeit mit der sich der Leiter im Magnetfeld bewegt. Außerdem ist sie umso größer je länger der elektrische Leiter und je stärker das Magnetfeld ist.

Dynamische Mikrofone sind für lautere Schallquellen bestens geeignet, da sie auch bei großem Schalldruck verzerrungsarm wandeln und Störspannungen und Rauschen durch die größere Dynamik an Bedeutung verlieren. Auch im Nahbereich kommt ihr Manko der geringeren Empfindlichkeit nicht zum Tragen.

Bändchenmikrofone

Bändchenmikrofone bestehen aus einem dünnen, ziehharmonikaartig gefalteten Streifen Aluminium in dem Magnetfeld eines Dauermagneten. Das Aluminiumbändchen ist elektrischer Leiter und wird direkt vom eintreffenden Schall zum Schwingen gebracht. Die Spannung an den Enden des kurzen Bändchens ist sehr klein und muss durch einen Transformator verstärkt werden. Damit wird auch die Anpassung der Impedanz an den Mikrofonvorverstärker realisiert.

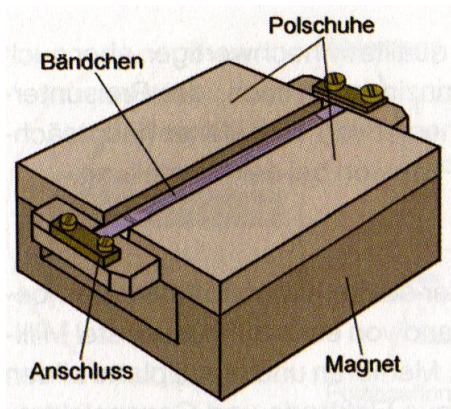


Abbildung 12: Aufbau eines Bändchenmikrofons¹²

¹² Pawera 2004, 19

Das Bändchen ist mit seinen typischen Abmessungen von 2 bis 3 μm Stärke, 3 bis 4 mm Breite und einer ungefähren Länge von 4 cm ausgesprochen leicht. Zudem besitzen Bändchenmikrofone durch die besonders weiche Aufhängung eine sehr tiefe Resonanzfrequenz. Durch die geringe Masse des Bändchens und die Resonanzfrequenz am unteren Ende des Übertragungsbereiches haben Bändchenmikrofone einen sehr linearen Frequenzgang und ein ausgesprochen gutes Impulsverhalten. Diese konstruktionsbedingten Vorteile können sich aber ebenso als Nachteile erweisen, da sie das Mikrofon auch anfällig für Körperschall, Wind- und Poppgeräusche machen. Zudem haben Bändchenmikrofone durch ihre geringe Ausgangsspannung einen vergleichsweise schlechten Signal-Rausch-Abstand bei leiseren Schallquellen oder größeren Mikrofonabständen.¹³

Ähnlich wie Röhrenmikrofone finden Bändchenmikrofone heute überwiegend als Stilmittel im Studio und bei geringen Mikrofonabständen ihre Anwendung.

Tauschspulmikrofone

Bei den Tauschspulmikrofonen befindet sich eine Spule im Luftspalt eines Dauermagneten. Die Spule ist fest verbunden mit einer Membran, die durch Schall zum Schwingen angeregt wird und damit auch die Spule im Magnetfeld zum Schwingen bringt.

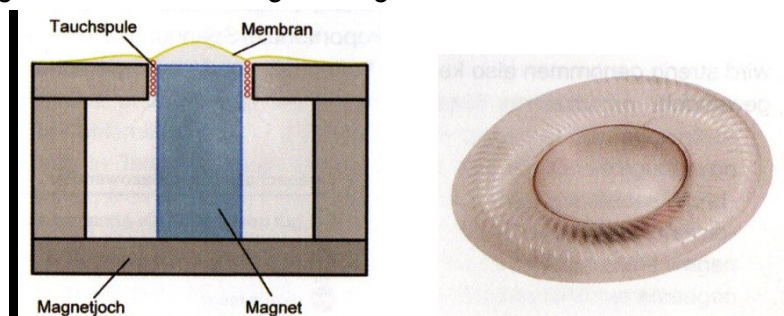


Abbildung 13: Aufbau eines Tauschspulmikrofons (links)¹⁴

Abbildung 14: Schwingereinheit aus Membran und Schwingspule (rechts)¹⁵

¹³ Vgl. Dickreiter 1997, 192

¹⁴ Pawera 2004, 16

¹⁵ Pawera 2004, 16

Tauchspulmikrofone besitzen von sich aus keinen linearen Frequenzgang. Allein die Trägheit der großen Masse von Membran und Schwingspule verursacht eine erhebliche Dämpfung hoher Frequenzen. Durch die Platzierung der Membranresonanz in die Mitte des Übertragungsbereichs und die Korrektur der Membrangeschwindigkeit über verschiedene Resonanzen von Hohlräumen in der Mikrofonkapsel kann aber ein sehr linearer Frequenzgang realisiert werden.¹⁶ Die Trägheit von Membran und Schwingspule ist auch Ursache für das schlechtere Impulsverhalten gegenüber Kondensator- oder Bändchenmikrofonen. Aber Tauchspulmikrofone besitzen keinesfalls nur Nachteile. Die Tatsache, dass die Membran die Aufhängung für die Spule darstellt und daher nicht zu nachgiebig sein kann, führt zwar zwangsläufig zu einer relativ großen Masse und Trägheit, gleichzeitig wird das Mikrofon aber dadurch ausgesprochen robust und relativ unempfindlich gegenüber Windgeräuschen und Körperschall.

Tauchspulmikrofone können auch in hoher Qualität als Druckgradientenmikrofone gefertigt werden. Die Gestaltung eines rückwärtigen Schalleinlasses als Laufzeitglied ist dabei genauso aufwendig, wie wirksam. Denn damit die ohnehin mäßige Empfindlichkeit nicht zusätzlich unter der schwächeren Antriebskraft des Druckgradienten im unteren Frequenzbereich leiden muss, wird die Membran tief abgestimmt. Das erhöht die Empfindlichkeit, macht das Mikrofon aber auch anfälliger für Windgeräusche und Körperschall. Ein Kompromiss aus einer nicht ganz so tiefen, mittigen Membranabstimmung und zusätzlichen Schalleinlässen für tiefere Frequenzen, führt schließlich zu einem ausgewogenen Frequenzgang und einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Windgeräuschen. Denn die zusätzlichen Laufzeitglieder verlängern, durch akustische Filter, die Laufzeit nur für tiefe Frequenzen. Durch dieses sogenannte „Variable-Distance-Prinzip“, vergrößert sich mit den Laufzeitunterschieden der Druckunterschied und damit auch wieder die Antriebskraft und Empfindlichkeit für tiefe Frequenzen.¹⁷

Nach wie vor sind Tauchspulmikrofone hervorragend für laute Schallquellen und geringe Mikrofonabstände geeignet. Da sie dann ihre geringe Empfindlichkeit wett machen und immer noch sehr verzerrungsarm arbeiten können. Das schlechtere Impulsverhalten wird gerne dafür verwendet Schallquellen „weicher“ erscheinen zu lassen. Und die sprichwörtliche Robustheit dieser Mikrofone macht sie bis heute zu beliebten Bühnengesangsmikrofonen. Nur für Obertonreiche Instrumente bleiben Tauchspulmikrofone ungeeignet.

¹⁶ Vgl. Dickreiter 1997, 191

¹⁷ Vgl. Dickreiter 1997, 192

1.2.3 Kondensatormikrofone

Kondensator- oder elektrostatische Mikrofone gibt es in unterschiedlichen Bauformen. Alle beruhen auf dem Kondensatorprinzip. Die Platten des Kondensators bestehen aus einer Membran und einer festen Gegenelektrode. Eintreffender Schall versetzt die Membran in Schwingung und ändert den Plattenabstand und somit die Kapazität des Kondensators. Die Membran kann aus einer dünnen Metallfolie oder auch aus einer metallbedampften Kunststoffolie bestehen. Beide Membranvarianten sind extrem dünn und somit leicht, worin viele Vorteile dieses Prinzips begründet sind.

Kondensatormikrofone benötigen für den Betrieb einen aufgeladenen Kondensator. Die Ladung wird entweder über eine Versorgungsspannung immer wieder neu hergestellt. Oder sie ist in den Elektret-Kondensatormikrofonen permanent in der Kunststoffmembran vorhanden, ähnlich dem Magnetismus in einem Dauermagneten. Alternativ kann die Ladung aber auch in der Gegenelektrode fest „eingefroren“ sein – die sogenannte Back-Elektret-Technik.

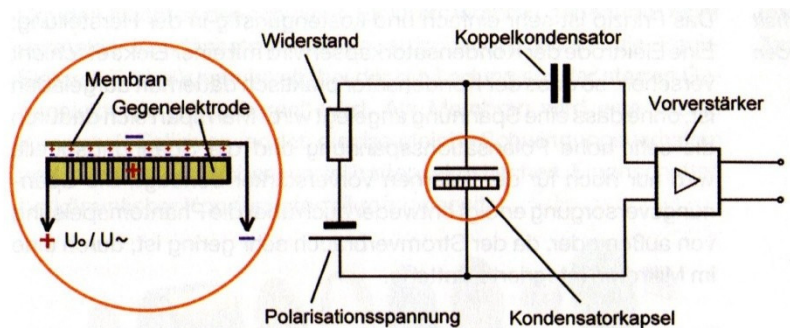


Abbildung 15: Prinzip eines Kondensatormikrofons¹⁸

Für die Schallwandlung in elektrische Schwingungen ist zudem eine Schaltung nötig, die die Impedanzanpassung realisiert und gegebenenfalls den Kondensator lädt. Die gebräuchlichste Schaltung ist die Niederfrequenzschaltung. Dabei wird über einen Widerstand der Kondensator aufgeladen, falls erforderlich. Eintreffender Schall bewirkt eine Kapazitätsänderung des Kondensators. Durch die Schaltung kommt es zum Ladungsausgleich und damit zum Spannungsabfall über dem Widerstand. Die Spannung, die über dem Widerstand abgegriffen werden kann, ist eine Wechselspannung, die zur Auslenkung der Membran proportional ist. Sie ist zudem proportional zur angelegten Gleichspannung, mit der der Kondensator aufgeladen wurde.

¹⁸ Pawera 2004, 21

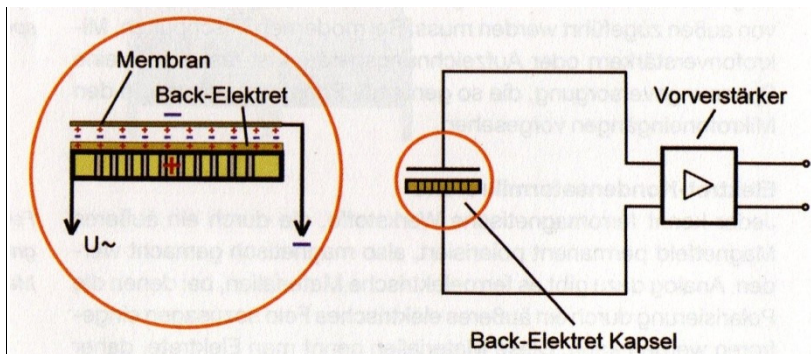


Abbildung 16: Prinzipschaltbild eines Elektret-Kondensatormikrofons¹⁹

Der Widerstand muss sehr hochohmig sein, da sonst der Hochpass, der durch die Zusammenschaltung von Widerstand und Kondensator entsteht, den Übertragungsbereich des Mikrofons einschränkt. Für den Anschluss eines derart hochohmigen Ausgangs, wie ihn ein solches Mikrofon darstellt, ist zwingend eine Impedanzwandlung nötig. Diese wird in jedem Kondensatormikrofon durch einen eingebauten Mikrofonvorverstärker oder Transformator realisiert. Der Mikrofonvorverstärker arbeitet in erster Linie als Stromverstärker, um die Impedanz an übliche Eingangswiderstände anzupassen. Zudem ist aber auch ohne weiteres eine Spannungsverstärkung möglich, die den Ausgangspegel des Mikrofons anhebt. Zur Unterdrückung von Gleichstrom und Infraschall im Ausgangssignal und am Verstärker, wird ein Koppelkondensator vor den Verstärker geschaltet, woraus sich ein weiterer Hochpass ergibt. Durch die Auslegung des Kondensators mit schaltbarer Kapazität wird die untere Grenzfrequenz für das Mikrofon wählbar. Um auch hohe Schalldrücke verzerrungsarm verarbeiten zu können, verfügen viele Vorverstärker zudem über eine Vordämpfung, die auch zuschaltbar ausgeführt werden kann.

Alternativ kann das Mikrofon auch über eine Hochfrequenzschaltung verfügen. Dabei steuert die veränderliche Kapazität des Kondensators in der Mikrofonkapsel die Frequenz oder Phase eines eingebauten Schwingkreises. Ein nachgeschalteter Demodulator wandelt die modulierte HF-Schwingung dann wieder in das niederfrequente Nutzsignal. Äußerlich sind Mikrofone in NF- oder HF-Schaltung nicht zu unterscheiden.²⁰

Einen weiteren Schritt nach vorn in der Übertragungsqualität machten Kondensatormikrofone durch die Verwendung von Transistorverstärkern anstelle von Transformatoren als Impedanzwandler. Transformatorlose Schaltungen verzerren tiefe Frequenzen genauso wenig, wie Hohe, haben

¹⁹ Pawera 2004, 22

²⁰ Vgl. Dickreiter 1997, 176

bessere Amplituden- und Phasengänge und sie haben eine, über den Übertragungsbereich, konstante Ausgangsimpedanz²¹. Verstärker sind im Gegensatz zu Transformatoren zudem leichter und kompakter und unempfindlicher gegenüber äußeren Magnetfeldern. Für den höheren Bedarf an Speisestrom sind heutzutage alle Spannungsversorgungen ausgelegt. Und auch der höhere Bauteileaufwand muss sich durch den Wegfall des teuren Transformators nicht negativ im Preis widerspiegeln.

Die nötige Versorgungsspannung für Kondensatormikrofone, sei es für die Speisespannung des integrierten Mikrofonvorverstärkers oder die Polarisationsspannung der Kondensatorkapsel, wird vom Eingang des nachfolgenden Geräts geliefert. Durchgesetzt hat sich hier das Verfahren der Phantomspeisung. Dabei wird die Gleichspannung von zumeist 48 Volt über beide Leitungen der symmetrischen Signalführung zum Mikrofon und über die Abschirmung wieder zurück geführt. Bei der Tonaderspeisung, erfolgt die Spannungsführung über eine Signalleitung hin und über die Andere wieder zurück. Die Vorteile der Phantomspeisung sind vor allem der gefahrungsfreie Betrieb von dynamischen Mikrofonen, da hier keine Gleichspannung zwischen den symmetrischen Leitungen liegt und die geringere Empfindlichkeit gegenüber Störungen in der Speisespannung. Das Umpolen der beiden Leitungen ist zudem genauso bedenkenlos möglich, wie die Speisung mehrerer Mikrofone aus einer Quelle.²²

Natürlich können auch Kondensatormikrofone als Druck- und Druckgradientenempfänger und mit unterschiedlichen Richtcharakteristiken gefertigt werden. Als Druckempfänger ist die Kondensatorkapsel rückwärtig geschlossen. Sie besitzt Kugelcharakteristik. Für einen linearen Frequenzgang muss die Membranauslenkung über den gesamten Übertragungsbereich konstant sein. Die hohe Membranresonanz am oberen Ende des Übertragungsbereichs gewährleistet den hervorragenden Frequenzgang dieser Mikrofone. Sie wird durch eine sehr leichte Membran erreicht und durch die Abstimmung des eingeschlossenen Luftvolumens und dessen Resonanzen. Dafür werden in der Gegenelektrode durch sogenannte Sacklöcher die entsprechenden Hohlräume geschaffen. Durch diese Maßnahmen sind diese Mikrofone ausgesprochen linear und unempfindlich gegenüber Windgeräuschen und Körperschall, durch die hohe Membranabstimmung. Zudem verfügen Sie auch über eine ausgezeichnete Auflösung und Transparenz, begünstigt durch minimale Phasenverzerrun-

²¹ Vgl. Dickreiter 1997, 176

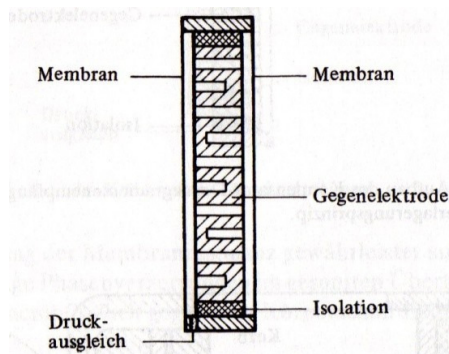
²² Vgl. Dickreiter 1997, 176

gen und das gute Impulsverhalten der leichten Membran. An klangtreue sind diese Mikrofone kaum zu übertreffen.²³

Kondensatormikrofone als Druckgradientenempfänger werden in der Regel mit einem Laufzeitglied versehen. Hohlräume, Bohrungen und Schlitze im Laufzeitglied werden zusätzlich zu einem akustischen Tiefpass. Der sperrt den rückseitig eintreffenden Schall, bis zur konstruktionsbedingten Grenzfrequenz des Tiefpasses, von der Membran ab. Dadurch gelangen hohe Frequenzen nur frontal zur Membran und werden zur Seite hin zunehmend abgeschattet. Tiefen Frequenzen hingegen ist die Membran von beiden Seiten zugänglich. Sie gelangen, durch das Laufzeitglied, entsprechend ihrer Einfallrichtung, verzögert zur Membranrückseite, wodurch sich ein Druckunterschied ergibt. Durch die bereits beschriebene geringere Antriebskraft des Druckgradienten für tiefe Frequenzen, muss die Membranresonanz in die Mitte des Übertragungsbereiches gelegt werden. Diese Technologie ist zwar aufwändig, wird aber ebenso gut beherrscht, wie die der Tauchspulmikrofone. Klanglich haben auch Kondensatormikrofone nach Druckgradientenprinzip Vorteile gegenüber Tauchspulmikrofonen, hinsichtlich Impulsverhalten, Transparenz und Klangfärbungen.²⁴

Eine Besonderheit sind Kondensatormikrofone mit Doppelmembran und umschaltbarer Richtcharakteristik. Bei diesen Mikrofonen befindet sich auf beiden Seiten der festen Gegenelektrode eine Membran. Daraus ergeben sich zwei Mikrofone, deren Kapseln haben Nierencharakter und sind entgegengesetzt ausgerichtet. Die unterschiedlichen Richtcharakteristiken entstehen durch die Zusammenschaltung. Werden dabei beide entgegengesetzten Nieren zusammengeschaltet, subtrahieren sie sich zur Acht. Wird die rückseitige Niere nur anteilig zur Vorderen gemischt, entsteht bei einem Anteil von etwa 25 Prozent die Superniere, bei 50 Prozent die Hyperniere. Durch die Phasendrehung der hinteren Kapsel addieren sich beide zur Kugelcharakteristik. Die Beschaltung von nur einer Kapsel und deren Verwendung als Niere ist natürlich genauso möglich. Erfolgt die Zusammenschaltung nicht über einen Schalter, sondern über ein Potenziometer kann stufenlos zwischen den Richtcharakteristiken und deren Mischformen gewählt werden.

Abbildung 17: Kondensatorkapsel mit Doppelmembran²⁵



²³ Vgl. Dickreiter 1997, 179 f

²⁴ Vgl. Dickreiter 1997, 180

²⁵ Dickreiter 1997, 182

Auch klanglich bietet dieses Verfahren eine Besonderheit. Bei der Verwendung des Mikrofons als Kugel, kommt es nicht, wie bei einem Druckempfänger zum Höhenabfall, wenn sich die Schallquelle nicht in der Haupteinsprechrichtung befindet. Durch die zusätzliche Mikrophonkapsel der Rückseite, bleibt auch dann die Empfindlichkeit frequenzunabhängig. Weil die Schallwellen nicht um die Mikrophonkapsel herum gebeugt werden müssen, um auf die Membran zu treffen, werden sie dort auch nicht von dieser mit zunehmender Frequenz reflektiert. Durch das frequenzunabhängigere Richtverhalten sind diese Mikrofone auch weniger anfällig für Rückkopplungen. Zudem führt das sauberere Richtverhalten zu weniger Klangverfärbungen. Gerade für Gesangsanwendungen auf der Bühne sind diese Mikrofone heute die erste Wahl.

1.3 Spezialmikrofone

Die Gattung der Spezialmikrofone beruht in ihrer Wirkungsweise ebenfalls auf den bereits beschriebenen Prinzipien. Für spezielle Einsatzzwecke haben sich aber Mikrofontypen entwickelt, die auf die jeweiligen Anforderungen besonders zugeschnitten sind.

1.3.1 Lavalier- und Ansteckmikrofone

Lavalier- und Ansteckmikrofone sind Miniaturmikrofone. Sie werden dort eingesetzt, wo andere Mikrofontypen aus optischen oder platzbedingten Gründen stören würden. Die Lavaliermikrofone sind speziell für Sprachanwendungen entwickelt. Sie bieten einem Redner freie Hände und einen gewissen Bewegungsraum, der sich in drahtloser Anwendung natürlich noch erweitert. Deswegen haben sie auch einen sehr speziellen Frequenzgang, der die Höhen anhebt und den dröhnenden Resonanzbereich vor der Brust des Sprechers dämpft. Die Höhen werden nämlich mit der Frequenz zunehmend gerichtet in Sprechrichtung abgestrahlt und demnach nur sehr gering zum Brustkorb hin, wo sich das Mikrofon befindet.

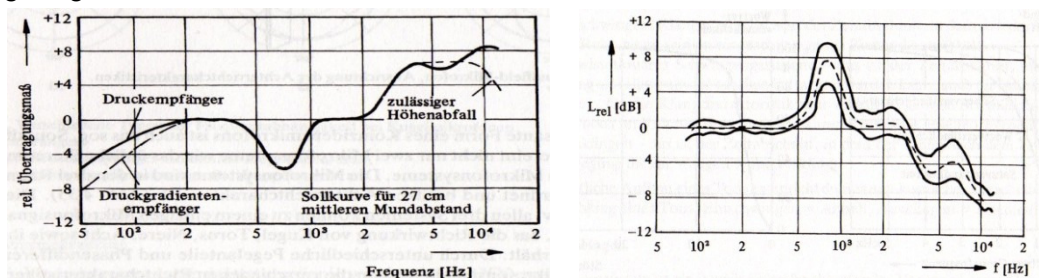


Abbildung 18: Frequenzgang Lavaliermikrofon und Sprache vor der Brust²⁶

²⁶ Dickreiter 1997, 182,67

Aber nicht alle Ansteckmikrofone haben diese Lavalierentzerrung für die reine Sprachanwendung. Es gibt auch zahlreiche Instrumentenmikrofone in Miniaturbauweise, die einen linearen Frequenzgang verlangen.

Früher waren diese Miniaturmikrofone fast ausnahmslos Druckempfänger. Deren hohe Membranabstimmung die Anstecker unempfindlich für Körperschall machte. Kondensator- und Tauchspulbauweise kamen zum Einsatz. Durch die voranschreitende Entwicklung und Miniaturisierung sind die überwiegenden Anstecker heute Elektretkondensatoren. Auch die Ausführung mit Richtcharakteristik als Druckgradientenempfänger macht heute die Elektretbauweise in diesen kleinen Baugrößen möglich.

1.3.2 Kopfbügelmikrofone

Kopfbügelmikrofone sind den Ansteckern sehr ähnlich. Sie zählen auch zu den Miniaturmikrofonen und verwenden sogar oftmals dieselben Kapseln. Wie der Name schon sagt, werden sie mit einem Bügel über dem Ohr am Kopf befestigt. Die Mikrokapsel wird im Bereich des Mundwinkels platziert und bedarf folglich auch keiner Lavalierentzerrung. Diese Mikrofone bieten durch die direkte Befestigung am Kopf eine noch größere Bewegungsfreiheit. Da sich das Mikrofon permanent am Mund befindet, entstehen auch bei größeren Kopfbewegungen keine Klangfärbungen und Pegeländerungen.

1.3.3 Grenzflächenmikrofone

An schallharten Oberflächen werden Schallwellen nicht nur reflektiert. Es kommt auch zu sogenannten Druckbäuchen, da die Schallwellen des Direktschalls und der Reflektionen hier gleichphasig sind. Diese Schalldruckerhöhung um bis zu sechs Dezibel machen sich Grenzflächenmikrofone zu Nutze. Die Membran ist dabei bestenfalls selbst Teil der Grenzfläche. Es sind aber auch Positionen kurz vor oder hinter ihr möglich. Ist die Kapsel Teil der Grenzfläche, ist der Schalldruckgewinn am größten. Es kommt aber zu Interferenzen bei seitlich auf die Membran treffenden Schall, ab den Bereichen, wo die Wellenlänge dem Membrandurchmesser entspricht oder kleiner wird. Eine punktförmige Abnahme des Schallfeldes ist durch die Mikrofonposition kurz hinter der eigentlichen Grenzfläche möglich. Das Mikrofon wird dabei mit einer Blende verdeckt, die eine entsprechende Bohrung aufweist. Dadurch kommt es zwar zu einer interferenzfreien, punktförmigen Abnahme des Schallfeldes, der entstandene Hohlraum wirkt sich aber wiederum auch negativ auf den Frequenzgang aus. Diese Konstruktionsform ist daher unüblich. Grenzflächenmikrofone arbeiten als Druck- oder Druckgradientenempfänger. Die Richtcharakteristik wird durch

den Einfluss der Grenzfläche zur Halbkugel bzw. zur „Halben Niere“. Von Vorteil sind der größere Störpegelabstand, durch den herrschenden höheren Schalldruck und eine kammfilterfreie Schallwandlung, da durch die besondere Mikrofonposition keine laufzeitverzögerten Reflexionen vom Boden das Mikrofon erreichen. Maßgebend für die Funktion des Grenzflächenprinzips ist eine ausreichend große, schallharte Oberfläche. Deren Ausdehnung ist entscheidend über den reflektierten Schall. Je nach zu übertragender Grenzfrequenz muss sie mindestens der halben Wellenlänge entsprechen. Nur so kommt es zur Reflexion und dadurch zum Druckstau mit entsprechendem Pegelgewinn, den sich das Mikrofon zu Nutze machen kann.

1.3.4 Körperschallmikrofone

Körperschallmikrofone gibt es in unterschiedlichen Bauformen. Die Meisten dieser Wandler funktionieren nach dem piezoelektrischen Prinzip. Es gibt aber auch elektrostatische und elektrodynamische Wandler. Die elektrostatische Schallwandlung erfolgt über dünne Elektretstreifen, die auf schwingenden Flächen befestigt werden und über einen nachgeschalteten Impedanzwandler wie ein Kondensatormikrofon funktionieren. Elektrodynamisch ist die Schallwandlung etwas aufwendiger. Mittels einer Knetmasse wird das Mikrofongehäuse auf einer schwingenden Fläche angebracht. An dessen Unterseite gelangen die Schwingungen über einen etwas hervorstehenden Kunststoffpfropfen in das Gehäuse. Auf dem Pfropfen ist im Inneren ein Neodymmagnet befestigt, der dadurch auch zum Schwingen gebracht wird. Außerdem befindet sich fest im Gehäuse eine Spule, in der durch den schwingenden Magneten eine Spannung induziert wird. Durch die Verwendung eines Neodymmagneten kann Dieser wesentlich kleiner und leichter sein und bietet darüber hinaus noch einen größeren magnetischen Fluss, als herkömmliche ferromagnetische Werkstoffe. Die Folge ist ein besseres Impulsverhalten und ein weiterer Frequenzgang, als es durch die Verwendung herkömmlicher Magnetwerkstoffe möglich wäre.

Die unterschiedlichen Prinzipien zur Körperschallwandlung haben alle den Vorteil, dass sie, gegenüber anderen Mikrofonierungsarten, wesentlich unanfälliger für Rückkopplungen sind. Da aber schon allein der Körperschall teilweise andere Ausbreitungs- und Klangeigenschaften besitzt, als die abgestrahlten Schallwellen der Luft, wird das Resultat und Klangbild dieser Schallwandlung auch bisweilen als etwas unnatürlich und ungewohnt empfunden. So erfolgt die Schallausbreitung in festen Stoffen zum Beispiel wesentlich schneller als in Gasen. Auch die Ein- und Ausschwingvorgänge laufen unterschiedlich ab, da beim Körperschall eines Kontrabas-

ses beispielsweise – im Gegensatz zum Luftschall - nicht erst das große Luftvolumen im Korpus angeregt werden muss, damit auch die tiefen Frequenzen wahrnehmbar werden. Die übertragen sich von den Saiten über den Steg zur Holzdecke auf direktem Weg, im festen Körper viel schneller und liefern damit ein abweichendes Klangbild vom Luftschall.

1.4 Weitere Eigenschaften und Unterscheidungsmerkmale

Richtcharakteristik und Wandlungsprinzip bedingen die Grundlegenden Eigenschaften eines Mikrofons. Konstruktionsbedingt gibt es aber auch große Unterschiede zwischen zwei Mikrofonen mit prinzipiell gleichem Aufbau. Anhand der folgenden, wichtigsten technischen Daten werden sie deutlich und lassen sich unterscheiden.

1.4.1 Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor

Der Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor, angegeben in mV/Pa, ist ein Maß für die Empfindlichkeit eines Mikrofons. Es wird dabei im Wesentlichen gemessen, wie groß die Spannung an einem hochohmigen Abschlusswiderstand ist, die das Mikrofon für einen bestimmten Schalldruck bei üblicherweise 1 kHz abgibt. Ein möglichst hoher Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor wird angestrebt. Das Mikrofon liefert dann eine vergleichsweise hohe Ausgangsspannung, wodurch das Nutzsignal, im weiteren Verlauf, auch weniger vom bauteilebedingten, konstanten Rauschen beeinflusst werden kann.

Dynamische Mikrofone erreichen typische Feld-Leerlauf-Faktoren von 0,5 bis 2,5 mV/Pa. Zehnmal so empfindlich sind dagegen übliche Kondensatormikrofone, mit 2 bis 25 mV/Pa Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor.²⁷

1.4.2 Äquivalentschalldruckpegel

Hierbei handelt es sich um eine Angabe, wie stark das vom Mikrofon selbst verursachte Rauschen ist. Bei dieser Messung wird der Schalldruckpegel ermittelt, der gerade noch vom Rauschen des Mikrofons verdeckt wird. Also am Ausgang des Mikrofons keine Spannungserhöhung hervorruft. Damit wird deutlich wie laut eine Schallquelle mindestens sein muss, damit sie mit diesem Mikrofon gewandelt und übertragen werden kann, ohne dabei vom Rauschen der Bauteile verdeckt zu werden.

Die Beurteilung des Rauschens erfolgt üblicherweise bewertet nach A-Filter, wodurch das Ergebnis besser dem menschlichen Höreindruck entsprechen soll und auch numerisch zu Gunsten des Mikrofons ausfällt.

²⁷ Pawera 2004, 30

1.4.3 Signal-Rausch-Abstand

Der Signal-Rausch-Abstand ergibt sich aus der Differenz des Referenzschalldrucks von einem Pascal und dem Äquivalentschalldruckpegel. Der Referenzschalldruck entspricht einem Schalldruckpegel von 94 dB SPL von denen der Äquivalentschalldruckpegel dann abgezogen wird.

Das Ergebnis bietet einen ersten Eindruck von der Qualität des Mikrofons und dessen zu übertragendem Schalldruckbereichs. Der eigentliche, zur Verfügung stehende Dynamikbereich eines Mikrofons lässt sich dann mit der Differenz aus dem Grenzschalldruckpegel und dem Äquivalentschalldruckpegel berechnen.

1.4.4 Grenzschalldruckpegel

Der Grenzschalldruckpegel gibt an, welche Schalldrücke das Mikrofon noch ohne zu verzerren wandeln kann. Genauer handelt es sich hierbei um den Schalldruck der bei 1 kHz einen Klirrfaktor von - je nach Messung - ein Prozent oder drei Prozent nicht überschreitet.

1.4.5 Übertragungsbereich

Als eines der wichtigsten Daten eines Mikrofons, bezeichnet der Übertragungsbereich, den Bereich, den das Mikrofon in der Lage ist zu wandeln. Die Obere und untere Grenzfrequenz ergibt sich dabei an den Stellen wo der Frequenzgang um 3 dB vom linearen Idealverlauf abweicht. 20 Hz bis 20 kHz sind vom menschlichen Gehör bestenfalls wahrnehmbar. Gute Kondensatormikrofone sind in der Lage zumindest 40 Hz bis 20 kHz mühelos zu wandeln, Einige sogar den gesamten Hörbereich. Dynamischen Mikrofonen ist es hingegen, aufgrund der größeren Trägheit ihrer Schwingereinheit, kaum möglich Frequenzen über 15 bis 16 kHz hinaus zu folgen und zu übertragen.

1.4.6 Frequenzgang

Der Frequenzgang ist die grafische Darstellung des frequenzabhängigen Übertragungsmaßes. Im Normalfall wird hier ein linearer Verlauf angestrebt. Durch bewusste Gestaltung des Frequenzgangs lässt sich das Mikrofon aber für bestimmte Einsatzzwecke anpassen. Wie zum Beispiel beim Lavaliermikrofon oder zahlreichen Gesangsmikrofonen. Neben der Haupteinsprechrichtung werden mitunter auch die Verläufe anderer Richtungen abgebildet, um beispielsweise das Richtverhalten oder die Rückwärtsdämpfung zu veranschaulichen.

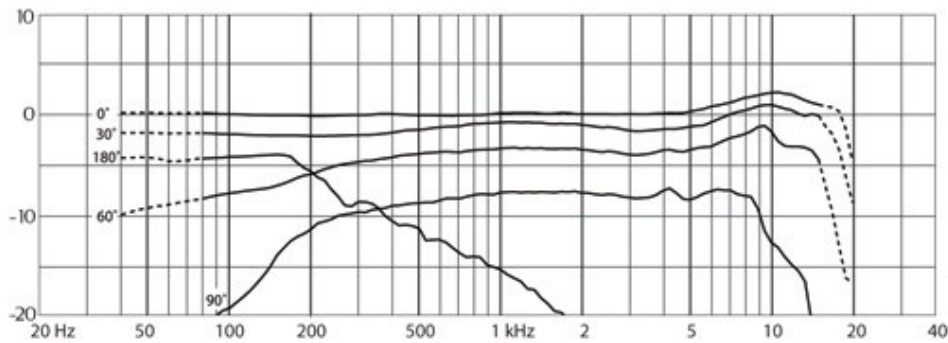


Abbildung 19: Frequenzgänge von verschiedenen Einsprechrichtung²⁸

1.5 Mikrofonierungsarten

Neben den unterschiedlichen Mikrofontypen ist aber auch die Mikrofonierungsart entscheidend dafür wie gut das akustische Ereignis gewandelt und damit später transportiert, verarbeitet und wiedergegeben werden kann.

1.5.1 Einzelmikrofonverfahren

Bei dem Einzelmikrofonverfahren wird jedes Instrument einzeln mit einem eigenen Mikrofon versehen. Dessen Positionierung erfolgt relativ nah bis direkt am Instrument, wodurch erreicht werden soll, dass von jedem Instrument ein möglichst isoliertes Signal zur anschließenden, individuellen Weiterverarbeitung gewonnen werden kann. Mit diesem Verfahren ist es möglich das Klangverhalten jedes einzelnen Instruments zu beeinflussen und zu gestalten. Der Nachteil dieser isolierenden Vorgehensweise ist, dass alle räumlichen Informationen, die Positionierung der einzelnen Musiker untereinander und der tatsächliche Gesamteindruck vom Zusammenspiel der verschiedenen Instrumente verloren gehen und von der anschließenden Weiterverarbeitung der gewonnenen Signale abhängen.

1.5.2 Stereomikrofonie

Durch zwei Mikrofone werden beim Stereoverfahren hingegen die Position der einzelnen Instrumente, ihr Zusammenspiel und ein gewisser Eindruck von dem umgebenden Raum abgenommen. Das ist mit zwei unterschiedlichen Verfahren möglich, die beide einen gewissen Abstand zu dem akustischen Geschehen benötigen.

²⁸ DPA 4099 Datenblatt 2010, 2

Die Intensitätsstereofonie basiert auf dem unterschiedlich lauten Eintreffen von Schallereignissen auf zwei Mikrofonkapseln. Diese müssen möglichst dicht beieinander liegen, so dass keine zusätzlichen Laufzeitunterschiede entstehen. Es gibt im Wesentlichen dafür zwei Anwendungen, die XY- und MS-Technik. Beiden gelingt es die Richtung aus der die Signale auf die Mikrofonanordnung treffen über Lautstärkeunterschiede unter den einzelnen Kapseln zu transportieren und reproduzierbar zu machen.

Die XY-Technik ist mit je zwei Nieren-, Supernieren- oder Achterkapseln möglich. Durch den variablen Öffnungswinkel, den dieses Verfahrens zwischen den beiden Mikrofonkapseln zulässt, lässt sich das System sehr gut auf die Ausdehnung des zu wandelnden Klangkörpers anpassen.

Das Verfahren nach MS arbeitet mit einem Mitten- und Seitensignal. Das Mittensignal wird aus einer Kapsel mit Nieren-, Kugel- oder Achtercharakteristik gewonnen, die direkt frontal auf die Mitte des zu übertragenden Schallereignisses ausgerichtet wird. Das Seitensignal muss mit einer, um 90 Grad nach links gedrehten, Achterkapsel erzeugt werden, wobei die phasenrichtige Seite der Kapsel zwingend die linke sein muss. Ein Richtungsmischer setzt erst die beiden Signale der unterschiedlichen Kapseln so zusammen, dass aus dem M- und S-Signal, die Signale für Links und Rechts entstehen. Gleiches ist aber auch mit einem üblichen Mischpult möglich, wobei die Kanäle beider Kapseln jeweils doppelt aufgelegt werden und jeweils mit dem Panoramaregler nach Links und Rechts geroutet werden müssen. Der zweite, rechte Kanal des Seitensignals muss zudem, bei seiner Einspeisung, um 180 Grad in der Phase gedreht werden. Dann entstehen, in einem so konfigurierten Mischpult, genau wie mit einem Richtungsmischer, die Signale für Links und Rechts. Darüber hinaus bietet die MS-Technik, im Vergleich zu XY, die Möglichkeit die Stereobreite bzw. den Öffnungswinkel im Nachhinein zu verändern, indem einfach die Lautstärkeverhältnisse zwischen Mitten- und Seitensignal verändert werden. Ortungsschärfe und Präsenz lassen sich mit der MS- gegenüber der XY-Technik etwas besser darstellen, allerdings bedeutet MS auch immer einen höheren Materialaufwand. Für beide Verfahren gibt es spezielle Stereomikrofone, die in einem Gehäuse bereits beide Kapseln enthalten, sie damit also bestmöglich beieinander platziert sind und sich im Winkel zueinander verschieben lassen. Oftmals ist auch die Richtwirkung der Kapseln wählbar, wodurch diese Mikrofone ein erhebliches Preisniveau erreichen.

Beide Verfahren sind zwar noch recht einfach in ihrer Anwendung, haben aber deutliche Probleme in der Darstellung einer Tiefenstaffelung. Hier setzt die Laufzeitstereofonie an, die mit zwei möglichst identischen Mikrofonen in paralleler Ausrichtung die Laufzeitunterschiede einer Schallquelle zwischen den beiden Mikrofonen ausnutzt, um so den Richtungsbezug darzustellen. Die Mikrofone sollten so platziert sein, dass keine Pegelunterschiede zwischen ihnen auftreten. Vorzugsweise sind Druckempfänger zu verwenden, aber auch andere Kapseln mit Richtcharakteristik können zur Anwendung kommen, um beispielsweise rückseitigen Schall auszublenden. Die Tiefenstaffelung ist bei diesem Verfahren wesentlich besser, die schlechtere Ortungsschärfe und der hervorstechende Raumeindruck aus stark ausgeprägtem Linken und Rechten Panorama sind aber wesentliche Kritikpunkte.

Gemischte Verfahren haben das Ziel die Lücke zwischen Intensitäts- und Laufzeitstereofonie zu schließen und, wie das Gehör, den Richtungsbezug sowohl über Pegel- als auch Laufzeitdifferenzen herzustellen. Das vom französischen Rundfunk entwickelte ORTF-Verfahren basiert auf zwei Mikrofonen mit Nieren- oder Hypernierenkapseln, die sich in einem Abstand von 17 cm befinden und mit einem Öffnungswinkel von 110 Grad ausgerichtet werden. Diesem Verfahren gelingt es die Vorzüge einer guten Lokalisierbarkeit, Räumlichkeit und Tiefenstaffelung zu vereinen. Die Monokompatibilität ist leicht eingeschränkt und das Stützen im Klangbild unterrepräsentierter Instrumente mit zusätzlichen Mikrofonen ist wegen dem weiteren Laufzeit- und Pegelunterschied nicht ohne weiteres möglich.

2 Umsetzung am Beispiel Philharmonic-Rock

2.1 Vorstellung Philharmonic-Rock

Philharmonic-Rock ist eine Konzertreihe, bei der ein Symphonieorchester zusammen mit einer Rockband und Solisten ein breites Programm aus erfolgreichen Rock- und Pop Titeln, aber auch klassischen Werken, aufführt. Die Stücke werden in der Regel speziell für diese besondere Besetzung neu arrangiert. Die Spielstätten sind in der Regel Open-Air, wodurch ein breiteres Publikum erreicht werden soll.

2.2 Das Symphonieorchester

Das Symphonieorchester spielt bei dieser Konzertreihe in der Regel in großer Besetzung, das bedeutet das nicht selten allein 50 bis 60 Symphoniker auf der Bühne stehen. Zusammengesetzt besteht das Symphonieorchester aus Streichinstrumenten, Holz- und Blechblasinstrumenten und Schlaginstrumenten. Ergänzt wird es von Piano und Harfe.

Eine übliche Besetzung besteht aus zehn Violinisten in der Ersten Violinstimme, sechs in der Zweiten, sechs Bratschen, sechs Violoncelli, drei Kontrabässen, einer Harfe, einem Piano, zwei Flöten, zwei Oboen, zwei Klarinetten, zwei Fagotte, vier Hörner, drei Trompeten, drei Posaunen, einer Tuba, einem Schlagzeug, sowie Pauken nebst Großer Trommel und diverser Schlaginstrumente.

2.3 Anforderungen an die Orchesterabnahme

Die Orchestermikrofonierung muss in erster Linie so erfolgen, dass eine natürliche Wiedergabe des Orchesters über die Beschallungsanlage möglich ist. Das bedeutet, dass die Schallwandlung möglichst frei von allen Verfälschungen erfolgen muss. Insbesondere Klangfärbungen, Dominanzen von einzelnen Frequenzbereichen und Kammfiltereffekte gilt es zu vermeiden. Darüber hinaus unterliegt die Mikrofonierung ganz praktischen Dingen, wie zum Beispiel der Spielfreiheit der Musiker am jeweiligen Instrument, dem schnellen und sicheren Anbringen, ohne das Instrument dabei in Mitleidenschaft zu ziehen und nicht zuletzt müssen die Mikrofone selbst auch den teilweise rauen Anforderungen im Tourneebetrieb und den Witterungseinflüssen der Open-Air-Spielstätten stand halten. Denn die Zeiten für Auf- und Abbau sind ebenso begrenzt, wie der Platz auf den Bühnen, wo sich nicht nur eine Vielzahl von Musikern, sondern auch die einzelnen Gewerke Licht, Video, Monitoring und Beschallung bewegen.

2.4 Anforderungen an die Live-Beschallung

Genau wie die Schallwandlung der Mikrofone, setzt eine naturgetreue Abbildung des Orchesters auch eine Beschallungsanlage voraus, die dazu in der Lage ist. Denn geht es um die natürlichen Klänge eines Klangkörpers, scheidet sich schnell die sprichwörtliche Spreu vom Weizen. Eine Vielzahl von Beschallungsanlagen ist nicht in der Lage einen linearen Frequenzgang über den Dynamik- und Frequenzbereichs eines Orchesters zu liefern. Ganz zu schweigen von den Verzerrungswerten, Impulsverhalten, Phasen- und Laufzeitproblemen. Umso schwieriger wird es, wenn es gilt diesen hohen Qualitätsanspruch auf einem Publikumsbereich, mit einer Entfernung von der Bühne von bis zu 100 Metern, gleichbleibend zu verwirklichen.

Möglich wird das mit modernen Line-Array-Systemen, die es ermöglichen mit einem vertretbaren Aufwand große Publikumsbereiche gleichmäßig zu beschallen und darüber hinaus noch eine sehr hohe Wiedergabequalität erreichen. Die Vorteile dieser Technologie gegenüber den vorher üblicherweise angewandten Hornsystemen, sind die geringen Interferenz- und Kammfiltererscheinungen zwischen den Abstrahlungsbereichen der einzelnen Lautsprecher, die geringeren Klangfärbungen, durch den Wegfall von Hornkonstruktionen und der gestiegene Schalldruckpegel durch die Addition einer Vielzahl von Lautsprechern über nahezu den gesamten Frequenzbereich und dessen Richtbarkeit. Das alles schafft eine bisher unerreichte Klangqualität und Schalldruckverteilung im Zuschauerbereich, die ohne Frage zu dem Erfolg der Veranstaltung maßgeblich mit beitragen.

Auf der anderen Seite ist es aus Sicht des Orchesters aber wichtig in erster Linie eine möglichst ruhige, rückkopplungsfreie Bühne zu schaffen. Dadurch wird eine konzentrierte, filigrane Arbeitsweise erst ermöglicht, in der sich die Musiker auf einer Open-Air-Bühne wesentlich wohler fühlen. Mit Schalldrücken, die Rockbands teilweise gewohnt sind, können sie nicht, oder nur sehr schwer umgehen und bekommen dadurch teilweise auch erhebliche Probleme beim Intonieren und im Zusammenspiel. Auch das ist mit den heutigen Beschallungssystemen wesentlich besser geworden. Sie sind in der Lage über den gesamten Frequenzbereich gerichtet abzustrahlen. Besonders die Richtwirkung moderner Subbasssysteme trägt erheblich dazu bei, dass die Bühnenlautstärke moderat bleiben kann. Das Monitoring, insbesondere der Solisten und der Band, muss nicht mehr den Pegel der Basslautsprecher der PA übertreffen, da diese gerichtet abstrahlen und wie das restliche Beschallungssystem wesentlich weniger Schallenergie auf die Bühne werfen.

2.5 Schallquellen und Nutzsignale

Das Konzept der Veranstaltung ist die Gleichwertigkeit von Orchester und Band. Anders als Aufführungen namhafter Künstler mit Orchester, wo der Künstler und dessen Band in der Regel akustisch und personell im Vordergrund stehen und das Orchester eine untergeordnete, begleitende Rolle spielt. Um diesen Gedanken auch akustisch umsetzen zu können, sind Orchester-Signale für die Mischung und Beschallung nötig, die denen der Band und Solisten in nichts nachstehen. Weil aber auch das beste Mikrofon nur den Schall wandeln kann, der es erreicht, ist - neben der Mikrofonauswahl und Ausrichtung - die Platzierung der Schallquellen von immenser Bedeutung.

Ausgehend von diesen Zielstellungen ist eine Bühnenaufteilung erarbeitet worden, die es ermöglicht, erstens von Orchester und Band gleichwertige, hochwertige Signale zu bekommen, zweitens das Zusammenspiel von Orchester und Band gewährleistet, drittens den begrenzten Raumbedingungen Rechnung trägt und dabei viertens das Bühnenbild für das Publikum nicht außer Acht lässt.

Das Orchester wird dabei hinter der Band positioniert. Die lautereren verstärkten Instrumente strahlen so am wenigsten in die klassische Abteilung ein. Damit das zumeist sitzende Orchester aber auch gesehen werden kann und nicht hinter der Band zur Kulisse verkommt, wird es erhöht mit ansteigenden Stufen platziert. Im vorderen Teil der Bühne bietet sich damit genügend Platz für die Band und die Solisten, die durch ihren größeren Bewegungsradius so auch besser agieren können. Die zahlreichen Mikrofone der Streicher und die Musiker werden vor den doch etwas lautereren Instrumenten, Gitarre, Bass und Schlagzeug mit Plexiglasplatten zusätzlich abgeschirmt. Darüber hinaus bildet Schlagzeug und Bass auf der Einen und die Gitarre auf der anderen Seite den seitlichen Bühnenabschluss, damit die Band die Bühne akustisch aber auch optisch nicht zu sehr dominiert. Das Keyboard fügt sich durch den niedrigen Aufbau und die sitzende Position mittig, direkt vor dem erhöhten Orchester nahtlos in das Bild ein und beeinflusst mit seiner moderaten Lautstärke auch das Orchester nicht. Neben der Gitarre formieren sich auch die Backgroundsängerinnen, wodurch die Mitte und unmittelbare Bühnenfront als Aktionsfläche für die Solisten frei bleiben können. Diese räumliche Trennung der verschiedenen Schallquellen ist eine Grundlage für eine möglichst gute Signaltrennung und damit bestmöglicher Nutzsignale.

Diese Aufteilung der Musiker auf der Bühne darf aber auch nicht zum Nachteil für deren Zusammenspiel werden. Der Dirigent bekommt durch die direkte Position vor dem etwas nach hinten gerückten Orchester, den zentralen Platz auf der Bühne und kann von dort aus am Besten das Orchester leiten und kontrollieren. Darüber hinaus hält er Sichtkontakt zum Keyboarder, in diesem Fall der Bandleader, dem Schlagzeuger der Band, als wichtigen Rhythmusgeber und den Solisten, für die jeweiligen Einsätze. Die Gruppierung von Bass und Schlagzeug auf der einen Bühnenseite, hat den Vorteil, dass sie als Rhythmusgruppe zusammen agieren können. Das verbessert das Zusammenspiel und wirkt sich positiv auf Bühnenlautstärke und Bühnensound aus. Hi-hat und Snare des Schlagzeugs gehören zwar zu den wichtigsten Taktgebern, aber gerade diese beiden Instrumente führen in ihrer permanenten Präsenz schnell zu Ermüdungserscheinungen des Ohres und neigen dazu andere Instrumente zu verdecken, wodurch die Instrumentalisten und Sänger Schwierigkeiten beim Intonieren bekommen können. Durch die seitliche Bühnenposition und die Abschattung des Schlagzeugs durch Plexiglaswände sind Hi-hat und Snare auf der gesamten Bühne nahezu in ausreichender und angenehmer Lautstärke zu hören. Da der Bass sehr intensiv mit dem Schlagzeug zusammenarbeitet, ist für sein Spiel auch ein entsprechend prägnantes Schlagzeug notwendig, durch die Spielposition kann dem wunderbar entsprochen werden, ohne die Bühnenlautstärke durch eine vergleichbare Monitorbeschallung extrem steigern zu müssen.

2.6 Mikrofonierung

Dem Anspruch eines möglichst hochwertigen natürlichen Klassikkonzerts gerecht zu werden und dabei aber auch den Sound und den Druck einer Rockbeschallung liefern zu können verlangt eine entsprechende Mikrofonierung. Die Trennung der Schallquellen ist die eine Grundlage für hochwertige Signal- und Klangqualität, die Mikrofone als Schallwandler sind die Andere.

Ausgehend von den verschiedenen, beschriebenen Problemstellungen und Zielvorgaben, kommt für die Orchestermikrofonierung, in dieser Umgebung, nur eine direkte Einzelabnahme eines jeden Instruments in Frage. Stereomikrofonierungsverfahren haben zwar oftmals den Vorteil, dass sie das akustische Ereignis besonders räumlich und natürlich abbilden können, in der beschriebenen Umgebung sind sie aber viel zu anfällig für das Übersprechen und Dominieren einzelner Schallquellen, wie zum Beispiel der Band. Schon allein durch den begrenzten Platz auf den Bühnen ist diese Mikrofonierung, die immer einen entsprechenden Abstand zum Instrument

und Orchester benötigt, nicht umsetzbar. Auch durch das quasi nicht Vorhandensein eines akustisch optimierten Konzertraumes, können sie den Vorteil ihrer sonst besseren räumlichen Abbildung nicht nutzen. Durch die Ausdehnung des Orchesters, wären ohnehin Stützmikrofone nötig, die im Signal der Stereomikrofonanordnung nicht- oder unterrepräsentierte Instrumente, wie der Name schon sagt, stützen und akustisch nicht verschwinden lassen. Die direkte Einzelmikrofonierung bietet als einziges Verfahren die Möglichkeit wirkliche Kontrolle über die einzelnen Instrumente und Klanganteile im Orchester zu haben, sie bedeutet aber zugleich auch einen hohen materiellen Aufwand.

2.7 Mikrofonauswahl

Bei der Auswahl des optimalen Mikrofons für ein Instrument kommt es in erster Linie auf die Klangeigenschaften des Instruments selber an, wie zum Beispiel, Abstrahlverhalten, Frequenz- und Dynamikumfang. Danach gilt es ein Mikrofon zu wählen, was in der Lage ist diese Eigenschaften möglichst unverfälscht von Schall zu elektrischen Signalen zu wandeln. Dabei ist aber auch die Position des Mikrofons am Instrument entscheidend und das Vermögen des Mikrofons unliebsamen Störschall benachbarter Instrumente oder der Beschallungsanlage auszublenden.

2.7.1 Streichinstrumente

Violine, Viola und Violoncello

Alle drei Streichinstrumente haben ähnliche Klang- und Abstrahleigenschaften. Die Töne werden erzeugt, indem mittels eines Bogens aus Rosshaar über die Saiten gestrichen wird oder die Saiten gezupft werden. Die Streichgeräusche haben einen starken Anteil am Klangcharakter des Instruments und nehmen mit der Lautstärke der Spielweise auch ab oder zu.

Violinen haben einen Grundtonumfang von etwa 200 Hz bis 1300 Hz. Durch Obertöne und Streichgeräuschen weitet sich der Frequenzbereich von 200 Hz auf 10 kHz bzw. 16 kHz aus. Entscheidend für eine charakteristische Klangwiedergabe sind die Formantbereiche eines jeden Instruments und deren natürliches Verhältnis zum übrigen Frequenzbereich und untereinander. Die Violine hat diese klangcharakterprägenden Bereiche um die 400 Hz, bei 1 kHz und 1,2 kHz.²⁹

²⁹Vgl. Dickreiter 1997, 82

Die Viola unterscheidet sich im Wesentlichen nur durch ihre dunklere Klangfarbe und die tiefere Stimmung um eine Quinte. Sie ist geringfügig größer, womit sich der Tonumfang von 125 Hz bis 1 kHz und die Formantbereiche (220, 350, 600 und 1600 Hz) auch etwas nach unten verschieben. Der Frequenzumfang ist etwas obertonärmer. Er endet bei etwa 6 kHz und trägt wesentlich zum dunkleren Klangcharakter bei.³⁰

Schon deutlich tiefer und voluminöser ist das Frequenzspektrum des Violoncello von 65 Hz bis 8 kHz angesetzt. Der Grundtonumfang endet dabei bei 520 Hz. Besonders nachteilig wirken sich Unregelmäßigkeiten der Schallwandlung im Bereich 250 Hz bis 900 Hz aus. In dem Bereich liegen zahlreiche Formantgebiete. Oberhalb davon weist das Violoncello zwischen 1 kHz und 1,2 kHz eine typische Senke auf. Damit bietet es der Violine Platz im Frequenzspektrum, die dort ihren wichtigsten Formantbereich hat. Nichts desto trotz verlangt das Cello aber eine extrem lineare Schallwandlung, da es über die sehr ausgeprägten und ausgedehnten Formantbereiche verfügt.

Alle drei Instrumente strahlen tiefe Frequenzen kugelförmig, nach allen Seiten gleichmäßig ab. Oberhalb 500 Hz erfolgt die Abstrahlung zunehmend konzentrierter, senkrecht zur Corpusdecke. Da diese leicht gewölbt ist ergibt sich eine Hauptabstrahlungsrichtung, in der alle Frequenzen vertreten sind, etwas seitlich zur Blickrichtung um etwa 20 Grad nach rechts.

In dem beschriebenen Anwendungsfall werden Violine, Viola und Violoncello alle mit dem gleichen Mikrofon bestückt, dem 4060 von DPA. Dabei handelt es sich um ein Miniaturmikrofon in Kondensatorbauweise. Das Mikrofon wird mit einem Gummibügel direkt hinter dem Steg über den Seiten befestigt. Dadurch ist die größtmögliche Nähe zur Schallquelle gegeben und die Trennung von benachbarten Instrumenten maximal. In diesem Bereich strahlen die Instrumente ihr gesamtes Spektrum ab und die Seiten, wie auch der Resonanzkörper und dessen Decke werden gleichmäßig erfasst. Damit das möglich ist wurde mit dem DPA 4060 ein Kugelmikrofon ausgewählt. Mikrofone mit Richtverhalten haben den Nachteil, dass sie in ihrem Richtverhalten nicht frequenzunabhängig sind. Das heißt in Situation, wie hier beschrieben, wo der Schalleinfall nicht nur aus einer Hauptabstrahlungsrichtung kommt, sondern von den umgebenden Saiten und Corpus, würde seitlich oder rückwärtig eintreffender Schall teilweise strak verfärbt werden. Klangverfälschungen dieser Art sind im Verlauf der Signalbearbeitung durch nichts wieder ausgleichbar und darum zu vermeiden.

³⁰Vgl. Dickreiter 1997, 83

Dadurch dass dieses Mikrofon aus einer Elektretkondensatorkapsel besteht, kann es zudem ausgesprochen klein gefertigt werden. Die Beeinflussungen des umgebenden Schallfeldes bleiben durch die Mikrofonkapsel mit gerade einmal 5,4 mm Durchmesser minimal. Darüber hinaus zeichnet sich dieses Mikrofon mit einer enormen Empfindlichkeit – 20 mV/Pa, großen Dynamikbereich – 100 dB, und hoher Schalldruckfestigkeit bis 134 dB, aus³¹. Die besonders abgedichtete, robuste Kapsel und die feuchtigkeitsunempfindlichen Bauteile darin, ermöglichen einen zuverlässigen, störungsfreien Einsatz dieser Mikrofone auch im Live-Veranstaltungsbetrieb und an Open-Air-Spielstätten. Ein Kriterium, das, auch bei besten klanglichen Eigenschaften, den Einsatz mancher Mikrofone nicht möglich machen kann.

Der Einsatz von gleichen Mikrofonen in hoher Anzahl hat zudem den Vorteil, dass sich die gewonnenen Signale der unterschiedlichen Instrumente bestmöglich addieren, da sie alle durch den gleichen Schallwandler gewonnen wurden und somit bezüglich Frequenz- und Phasengang auch der selben Beeinflussung unterliegen. Abgesehen davon, dass, durch die Verwendung gleicher Mikrofone, keine zusätzlichen Abweichungen bei der Schallwandlung unterschiedlicher Instrumente erzeugt werden, kann in der Nachfolgenden Signalbearbeitung und Anpassung an die Beschallungssituation auch leichter auf die Besonderheiten dieses einen Mikrofons eingegangen werden. Bspw. Rückkopplungsneigungen können so oftmals schneller erkannt und leichter beseitigt werden.



Abbildung 20: DPA 4060 an Violine und Violoncello

³¹ Vgl. Datenblatt DPA 4060

Kontrabass

Der Kontrabass bildet als eines der tiefsten Instrumente das Fundament des Orchesters. Er erzeugt Frequenzen von 41 Hz bis 10 kHz. Die volle und dunkle Klangfarbe bilden die Formantbereiche zwischen 70 Hz und 250 Hz. Neben einem weiteren Formantbereich bei 400 Hz treten die Obertöne nur schwach auf und enden etwa bei 1500 Hz. Auch nur schwach abgestrahlt werden, wie beim Violoncello, die tiefsten Grundtöne, hier unterhalb 70 Hz. Sie sind im Vergleich bis zu 30 dB leiser als die lautesten Klanganteile, beim Cello sind es nur 15 bis 20 dB Unterschied. Umso dominanter fallen die Streichgeräusche des Bogens aus, die dem Instrument bis 10 kHz das charakteristische „Sirren“ verleihen.³²

Damit das Symphonieorchester der Rockband im Frequenzumfang in nichts nachsteht, und der Kontrabass auch ohne die umgebende Akustik eines Konzertsaals seinen wichtigen Beitrag zum Fundament und Klangspektrum liefern kann, wird er direkt mit einem Tonabnehmer von Schertler, dem DYN-B versehen. Er ist speziell für die Schallwandlung des Kontrabasses abgestimmt. Mit diesem Körperschallwandler können auch die tiefsten Töne gut übertragen werden und eine maximale Abschirmung anderer Schallquellen wird genauso erreicht, wie, eine im Vergleich zu anderen Mikrofonierungsarten, enorme Rückkopplungssicherheit. Dieser „Headroom“ ermöglicht den Kontrabass dominanter oder solistisch im Klanggefüge zu platzieren, ohne sofort Rückkopplungen durch die erforderliche immense Verstärkung, insbesondere der tiefsten Frequenzen, befürchten zu müssen. Den Nachteil des sehr direkten, härteren Klangbildes des Körperschallwandlers lässt sich mit Hall- oder Raumprozessoren im Nachhinein wieder etwas ausgleichen.



Abbildung 21: Schertler DYN-B am Kontrabass³³

³² Vgl. Dickreiter 1997, 83

³³ Schertler DYN-B Schertler.com 2010

Für ein möglichst volles Klangbild, indem auch die tiefsten Frequenzanteile bestmöglich enthalten sind, wird der DYN-B zwischen dem Steg und den F-Löchern angebracht. Ein Abklopfen der Instrumentendecke nach der tiefsten und vollsten Resonanz in diesem Bereich, führt schnell und präzise zum jeweils geeignetsten Punkt für die Abnahme des Instrumentes. Dass entspricht in etwa auch der Position, wo ein Mikrofon aufgestellt werden müsste, wenn ein solches zur Anwendung kommen soll. Da nur Frequenzen um die 100 Hz kugelförmig abgestrahlt werden, erfolgt die Ausrichtung des Mikrofons dann etwa 15 Grad seitlich, auf die Hauptabstrahlungsrichtung des Kontrabasses. Auch hier sind zur Unterdrückung von Rückkopplungen und Störschall sehr kleine Mikrofonabstände von 5 bis 20 cm erforderlich³⁴.

2.7.2 Holzblasinstrumente

Zur Instrumentengruppe der Holzblasinstrumente gehören, neben den aus Holz gefertigten Instrumenten Flöte, Oboe, Klarinette und Fagott, auch Querflöte und Saxophon, die aus Silber bzw. Messing bestehen. Allen gemein ist die Tonerzeugung durch das Anblasen von Rohrblättern oder Lochkanten. Dadurch wird im Instrument eine Luftsäule direkt oder durch das schwingende Rohrblatt zum Schwingen gebracht. Durch Grifflöcher bzw. Klappen kann die Länge der schwingenden Luftsäule verändert werden. Diese Längenänderung der Luftsäule bewirkt die Tonhöhenänderung. Das Spektrum der Holzblasinstrumente weist charakteristische erste bis dritte Obertöne zu den jeweiligen Grundtönen auf, die bereits durch das Anblasen entstehen.³⁵

Holzblasinstrumente haben keine Hauptabstrahlungsrichtungen in dem Sinne. Während über die Grifflöcher entlang des Instruments die Grundtöne wiedergegeben werden, strahlt der Schallbecher überwiegend die höheren Frequenzen, ab etwa 3 kHz ab.

³⁴ Vgl. Pawera 2004, 121

³⁵ Vgl. Dickreiter 1997, 84

Flöte

Die Flöte ist das Instrument dessen Spektrum wohl am stärksten von seinem Grundton dominiert wird. Klanganteile und Obertöne sind wesentlich leiser und nehmen mit zunehmender Frequenz gleichmäßig ab. Formanten gibt es in der Form nicht, allenfalls sind es ausgeprägte Klangeigenschaften des einzelnen Instrumentes. Weitaus charakteristischer sind die Anblasgeräusche die, auch abhängig von der Spielweise, deutlich hervortreten können. Der Grundtonumfang der Querflöte reicht von 247 Hz bis 2,1 kHz. Obertöne dehnen das Spektrum auf 3 kHz bis 6 kHz aus, wobei durch Überblasen besonders hohe Anblasgeräusche bis etwa 8 kHz erreicht werden können.³⁶

Die Piccoloflöte entspricht in ihren Eigenschaften im Wesentlichen der Querflöte. Das Frequenzspektrum ist aber eine Oktave höher, so dass sich der Grundtonumfang zwischen 630 Hz und 4 kHz befindet und die Obertöne und Spielgeräusche bis 10 kHz bzw. 16 kHz reichen.³⁷

Als anerkanntes Mittel in der Praxis hat sich die Mikrofonierung der Flöte mittels Kopfbügelmikrofonen bewährt. Diese Mikrofone haben den Vorteil, dass sie, von allen Mikrofonierungsarten, am unabhängigsten von Kopf- und damit Instrumentenbewegungen sind. Eine Ausrichtung von oben auf das Anblasloch ermöglicht es die Stärke der Anblasgeräusche über den Abstand zu kontrollieren. Die Luft strömt unterhalb, am Mikrofon vorbei und verursacht so keine Störgeräusche. Kopfbügelmikrofone mit Nierencharakteristik isolieren die Schallquelle noch besser von Atem- und Umgebungsgeräuschen. Darüber hinaus sind Kopfbügelmikrofone, wie beispielsweise das eingesetzte DPA 4088, nicht an das Instrument gebunden. Der oft auftretende Wechsel von Piccolo- zu Querflöte oder unterschiedlichen Querflöten ist so problemlos und ohne Umbau und Neuausrichtung des Mikrofons möglich.

³⁶ Vgl. Dickreiter 1997, 84

³⁷ Vgl. Dickreiter 1997, 81, 85

Oboe

Im Gegensatz zur Flöte werden die Grundtöne der Oboe nur sehr schwach abgestrahlt. Viel markanter hingegen sind der Formantbereich bei 1100 Hz und die Nebenformanten um 2700 Hz und 4500 Hz. Der Klangcharakter ist, von den Obertönen geprägt, hell und offen, die Klangfarbe ist sehr stark abhängig von der gespielten Lautstärke. So reichen zum Beispiel die Obertöne im Mezzoforte bis 9 kHz, im Fortissimo bis 12 kHz. Geräuschanteile weist ihr Spektrum nicht auf.³⁸



Abbildung 22: Audix M1245A für Klarinette, im Hintergrund Kopfbügelmikrofon DPA4088 für die Flöten

Schwanenhalsmikrofone wie das Audix M1245A oder AKG C397 mit Kondensatorkapsel in Nierencharakteristik liefern in einem Abstand von etwa 30 cm mittig vor dem Instrument ein ausgewogenes Klangbild. Die impuls-treuen Kondensatorkapseln können den extrem schnell einschwingenden Oboen am besten Folgen und bilden auch die feine Obertonstruktur und die variierenden Klangfarben des Instrumentes hervorragend ab. Die Nieren-richtwirkung schirmt das Instrument von benachbarten Instrumenten ab und blendet besonders rückwärtig einfallenden Störschall wirkungsvoll aus.

³⁸ Vgl. Dickreiter 1997, 85

Klarinette

Die Klarinette ist ein ausgesprochen dynamisches Instrument. Sie schwingt wie die Oboe schnell ein, hat aber eine gänzlich andere Obertonstruktur. Von den möglichen Grundtönen zwischen 145 Hz und 1570 Hz treten die Tiefen und Mittleren nicht hinter den ungeradzahligen Obertönen hervor. Erst in den höheren Lagen dominieren die Grundtöne die dann mit steigender Frequenz abfallende Obertonstruktur. Da auch dieses Instrument keine Geräuschanteile erzeugt, endet das Spektrum im Pianissimo bei 1500 Hz bzw. im Fortissimo bei 12 kHz. Formantbereiche prägen sich nur in den hohen Spiellagen schwach zwischen 3 kHz und 4 kHz aus.³⁹

Die Mikrofonierung der Klarinette erfolgt auch mit dem Kleinmembran-Kondensatormikrofon Audix M1245A und Schwanenhalselement. Die Verwendung der gleichen Mikrofone für eine Vielzahl von Instrumenten, innerhalb der gleichen Instrumentengruppe, bietet auch hier den Vorteil der bestmöglichen Addition und Verschmelzung der Signale, durch gleiche Phasen- und Frequenzgangsbeeinflussungen der Schallwandler. Die hohe Empfindlichkeit des Mikrofons von 9,7 mV/Pa und ein Grenzschalldruckpegel von 144 dB erlauben Kleinere und größere Mikrofonabstände. Zudem kann die Dynamik der Klarinette, wie auch der anderen Holzblasinstrumente, mit dem Dynamikbereich von 121 dB vollständig erfasst werden.

Bei der Ausrichtung des Mikrofons ist darauf zu achten, dass die Klappen Geräusche nicht zu stark hervortreten. Eine leicht seitliche Position, in Höhe der unteren Klappe, lässt sich, mit Hilfe des Schwanenhalses, gut einrichten und ist in der Regel von Vorteil. Hier werden, neben den tiefen Tönen, auch die Frequenzen zwischen 800 Hz und 3 kHz aus den Klappenöffnungen und die hohen Frequenzen über 5 kHz, aus dem Schallbecher, gut erfasst⁴⁰. Ein Instrumentenwechsel zur tieferen Bassklarinette oder umgekehrt ist mit dieser Mikrofonierung auch ohne Umbau möglich.

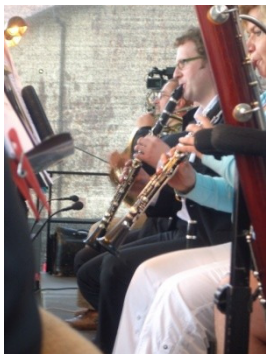


Abbildung 23: Kondensatormikrofon Audix M1245A auf Schwanenhals für Klarinette und Fagott

³⁹ vgl. Dickreiter 1997, 85 f.

⁴⁰ vgl. Pawera 2004, 125

Fagott

Das Fagott verfügt im Gegensatz zur Flöte und Klarinette über starke Formantbereiche. Hauptsächlich 500 Hz und die Nebenformante 1150 Hz, 2000 Hz und 3500 Hz sind prägend für den Klangcharakter. Ähnlich der Oboe ist das Spektrum des Fagotts ausgesprochen obertonreich, mit schwachen Geräuschanteilen um 3 kHz und erreicht mühelos 12 kHz. Auch im schnellen Klangaufbau und Klangabrisse gleicht das Fagott der Oboe.⁴¹

Das Kontrafagott ist eine Oktave tiefer angesiedelt. Der schwächere Grundtonbereich beginnt schon bei 30 Hz und die Formanten verschieben sich mit 250 Hz bzw. 400-500 Hz und 800 Hz auch dementsprechend nach unten.⁴²

Durch die Vielzahl gleicher Eigenschaften liegt es nahe auch das Fagott mit dem Schwanenhalsmikrofon abzunehmen, mit dem bereits Oboe und Klarinette versehen wurden. Die Dynamik und der weite Frequenzgang des Instruments von 58 Hz bis über 12 kHz bestätigen das. Auch wenn das M1245A nur über einen Übertragungsbereich von 80 Hz bis 20 kHz verfügt, sind die fehlenden, ohnehin schwach ausgeprägten unteren Grundtöne dieser Instrumente, im Orchestermix für die Livebeschallung nicht von Nachteil. Zudem würde auch der nachgeschalteter Hochpassfilter diese Frequenzen, zugunsten der besseren Transparenz, aus dem Gesamtmix filtern. Mit dem Einsatz der gleichen Mikrofone wird die instrumenteneigene Klangfarbe und Charakteristik transportiert, gleichzeitig aber das natürliche Verschmelzen der Instrumente innerhalb einer Instrumentengruppe durch den Einsatz der gleichen Schallwandler unterstützt.

Saxophon

Innerhalb des Orchesters und der Aufführung kommt das Saxophon als Soloinstrument sowohl bei Rock-Pop-Titeln als auch bei Klassik und Filmmusiken zum Einsatz. Der Standort des Saxophons ist deshalb in der Regel im vorderen Bühnenbereich, wo ein besseres Interagieren mit Dirigent und Band möglich ist.

Das Saxophon verfügt, wie die Klarinette über ein einfaches Rohrblatt, dass, angeblasen, die Luftsäule zum Schwingen bringt. Das Instrument wird in verschiedenen Stimmungen gebaut. Der Grundtonumfang variiert dementsprechend beispielsweise von 230 Hz bis 1400 Hz beim Tenor- und 140 Hz bis 784 Hz beim Altsaxophon. Allen gemein sind die ausgeprägten Obertöne, die bis 8 kHz reichen können. Geräuschanteile entstehen haupt-

⁴¹ vgl. Dickreiter 1997, 86

⁴² vgl. Dickreiter 1997, 86

sächlich durch das Anblasen und ergänzen das Spektrum auf 12 bis 13 kHz. Das Abstrahlverhalten ändert sich ständig, da es nicht nur vom Schallbecher, sondern auch von allen geöffneten Klappen abhängt. Tiefe Töne werden demzufolge über die unteren Klappen und den Schallbecher abgestrahlt und Hohe mehr über die Klappen im oberen Teil des Instruments.⁴³

Eine Mikrofonierung im Abstand von 50 cm bis ein Meter, ausgerichtet auf die Mitte des Instruments liefert in einer Studioumgebung zwar ein ausgewogenes Klangbild, ist aber bei Livebeschallungen wegen des hohen Übersprechens und der Rückkopplungsgefahr nicht möglich. Kleinere Mikrofonabstände sind hier erforderlich und eine etwas tiefere Ausrichtung zwischen Schallbecher und untere Klappen, um auch die tiefen Grundtöne erfassen zu können. Die höheren Frequenzanteile sind dort zwar nicht mehr so stark vertreten, da sie aber durch andere Instrumente nicht so schnell verdeckt werden, wie die tiefen Grundtöne, ist diese Position ein guter Kompromiss. Das Saxophon erfordert nicht zwingend ein Kondensatormikrofon zur Schallwandlung. Eine weitere und weitverbreitete Möglichkeit ist die Abnahme mit einem Ansteckmikrofon. Das wird in der Regel am Schallbecher befestigt und zeigt auf dessen oberen Rand oder leicht darüber hinaus auf die untersten Klappen. Das Ergebnis ist ähnlich, wie das der direkten Mikrofonie in dem Bereich. Durch die direkte Befestigung am Instrument ist aber ein konstanter Mikrofonabstand gegeben. Das ist live an einem Soloinstrument oftmals die bessere Wahl und bietet dem Künstler Bewegungsfreiheit. Zum Einsatz kommt bei Philharmonik-Rock das Kondensatoransteckmikrofon ADX20-ip von Audix oder das dynamische PL20 von Elektro-Voice in einem Abstand von etwa 20 cm vom Schallbecher.

2.7.3 Blechblasinstrumente

Zu den Blechblasinstrumenten gehören Horn, Trompete, Posaune und Tuba. Sie unterscheiden sich in Länge und Form der blechernen Resonanzröhre und der Formgebung des Mundstücks. Die Tonerzeugung geschieht durch das Anblasen der stehenden Welle im Rohr. Dabei werden durch unterschiedliche Lippenspannungen die verschiedenen Naturtöne der stehenden Welle erzeugt. Horn, Trompete und Tuba verfügen zudem über Ventile mit denen sie die Rohrlänge und damit die Tonhöhe verändern

⁴³ vgl. Dickreiter 1997, 86

können. Die Posaune erreicht die Töne zwischen den Naturtönen über ein ausziehbares Rohrstück, den Zug.⁴⁴

Den Klang der Blechblasinstrumente prägen zum einen Formanten im unteren Tonbereich und zum anderen dominieren in den höheren Lagen die Grundtöne mit ihrer gleichmäßig abnehmenden Obertonstruktur. Geräuschanteile gibt es faktisch nicht. Im Vergleich zu den vorangegangenen Instrumentengruppen sind die Schallabstrahlungseigenschaften der Blechbläser weitaus weniger komplex. Die Schallabstrahlung erfolgt ausnahmslos über den Schalltrichter, wobei hohe Frequenzen eine zunehmende Bündelung erfahren.

Horn

Für das Horn ist es der Formant von 340 Hz der in den tieferen Tonlagen die charakteristische Klangfarbe des Instruments bestimmt. Bei größeren Lautstärken kommen dort auch die Formanten 750 Hz, 2 kHz und 3,5 kHz dazu. Insgesamt erstreckt sich das Spektrum von 62 Hz bis etwa 1500 Hz im Pianissimo und über 5 kHz im Fortissimo. Eine Besonderheit des Instruments ist die mögliche „gestopfte“ Spielweise, wobei der Spieler den Schalltrichter des Horns mit der Hand teilweise verschließt. Dadurch treten Frequenzen um 3 kHz und oberhalb 10 kHz formantartig hervor und das Instrument wirkt weiter entfernt.⁴⁵

Für die Schallwandlung werden bevorzugt Kondensatormikrofone verwendet. Sie sind am besten in der Lage das Einschwingverhalten des Horns abzubilden und erfassen auch die sehr kurzen, vorausseilenden Impulse, die beim Tonaufbau entstehen. Das bereits erwähnte Ansteckmikrofon Audix ADX20-ip ist durch seine impulstreue Kondensatorkapsel dafür bestens geeignet.



Abbildung 24: Mikrofonierung des Horns mit Audix ADX20-ip

⁴⁴ vgl. Dickeiter 1997, 86

⁴⁵ vgl. Dickreiter 1997, 87

Trompete

Als eines der obertonreichsten Instrumente reicht das Spektrum der Trompete über 15 kHz hinaus, im Fortissimo sogar bis an die Hörgrenze. Der untere Grundtonbereich ab etwa 165 Hz ist für den Klangcharakter weniger entscheidend, als der starke Hauptformant zwischen 1,2 und 1,5 kHz und die Nebenformanten bei 2 kHz und 3 kHz. In den höheren Tonlagen dominiert dann wieder der Grundton, wodurch der helle Klangcharakter der Trompete in den unterschiedlichen Tonbereichen gleich bleibt.⁴⁶

Auch die Trompete sollte mit Kondensatormikrofonen abgenommen werden. Zum einen, da der markante Klangeinsatz auch über kurze, vorausseilende Impulse geprägt ist und zum anderen durch die hohen Frequenzen der Oberwellen, die der Trompete die Brillanz verleihen. Beides sind wichtige Klangeigenschaften, die es gilt möglichst unverfälscht zu übertragen. Zum Einsatz kommt daher ein Kleinmembrankondensatormikrofon wie das Audix SCX1-C oder Neumann KM184, beide mit Nierencharakteristik. Die Mikrofonentfernung kann dabei von sehr kurzen Abständen, unter 30 cm, bis zu 2m variieren. Damit ist es nicht nur möglich die Direktheit des Signals zu beeinflussen. Bei extrem lauten Spielweisen kann es auch möglich sein, dass das Mikrofon den hohen Schalldruck der Trompete, von teilweise über 135 dB, nicht verarbeiten kann. Ein Übersteuern und Verzerrern des Impedanzwandlers ist die Folge. Das ist besonders kritisch für Mikrofone mit festem, kurzem Abstand zur Schallquelle, wie dem Ansteckmikrofon Audix ADX20-ip. Einerseits wird es gern verwendet, da der konstante Mikrofonabstand eine gleichbleibende Signalqualität bedeutet, unabhängig von den Bewegungen des Instruments. Andererseits ist es aber dann auch den maximalen Schalldrücken ausgesetzt. Durch die Fähigkeit des Mikrofons, Schalldrücke von 135 dB, mit einem Klirrfaktor von lediglich 0,5 Prozent⁴⁷, wandeln zu können und dem Ausrichten des Mikrofons leicht außerhalb der Hauptabstrahlungsrichtung kann aber ein sehr gutes und auch sicheres Ergebnis erreicht werden.



Abbildung 25: Ansteckmikrofon ADX20-ip auch an der Trompete

⁴⁶ vgl. Dickreiter 1997, 87

⁴⁷ Audix ADX20-ip Datenblatt 2010, 2

Posaune

Die Posaune gibt es in vier Verschiedenen Stimmungen, wobei die Tenorposaune am häufigsten zum Einsatz kommt. Ihr Grundtonbereich liegt etwa zwischen 82 Hz und 520 Hz. Weitaus entscheidender für das Klangbild als die Grundtöne sind die Formantbereiche zwischen 480 Hz und 600 Hz und zwischen 1200 Hz und 1500 Hz. Obertöne erweitern das Spektrum im Mezzoforte auf 5 kHz, im Fortissimo sogar auf über 10 kHz. Wie bei allen Blechblasinstrumenten gilt dabei aber zu beachten, dass diese hohen Frequenzen sehr stark gebündelt werden. 20 Grad bei 10 kHz sind im Vergleich zu 45 Grad bei 2 kHz eine deutliche Verringerung des Abstrahlungswinkels. Der bleibt allerdings blechblasinstrumententypisch symmetrisch zum Schalltrichter ausgerichtet. Frequenzen unterhalb 500 Hz werden ungeachtet des Trichters in alle Richtungen abgestrahlt.⁴⁸

Für ein möglichst konstantes Signal sowohl in Hinblick auf Lautstärke und Abstrahlungseigenschaften findet ein am Schallbecher befestigtes Kondensatormikrofon, wie das ADX20-ip von Audix Verwendung.

Tuba

Trotz des immensen unteren Grundtones bei 29 Hz, den sowohl die Basstuba als auch die tiefere Kontrabasstuba erzeugen können, bleibt das Spektrum des Instruments vergleichsweise klein. Wenige Obertöne begrenzen es auf 1,5 kHz bis 2 kHz. Durch einen auch nur schwachen Grundtonbereich werden die wichtigsten Klangeigenschaften durch den Formantbereich von 210 Hz bis 250 Hz und den schnellen Toneinsatz der Tuba geprägt.⁴⁹

Um das oft nur einzeln eingesetzte Instrument trotzdem präsent im Orchester zu platzieren und zu übertragen empfiehlt sich auch der Einsatz des Ansteckmikrofons ADX20-ip. Neben dem kurzen Mikrofonabstand, wirkt sich besonders die impulstreue der Kapsel positiv aus. Darüber hinaus ist auch hier die konsequente Verwendung der gleichen Mikrofone von Vorteil. Alternativen können dagegen auch dynamische Großmembranmikrofone, wie das D112 von AKG sein. Der Einfluss der trägeren, weniger impulstreuen, Schwingereinheit, in der Mikrofonkapsel, wird dann vor allem im fülligeren und voluminöseren Klangbild deutlich.

⁴⁸ Pawera 2004, 132

⁴⁹ vgl. Dickreiter 1997, 88

2.7.4 Schlaginstrumente

Zu den Schlaginstrumenten gehören die Pauken, die Große und Kleine Trommel, Tom-Toms, Congas, das Xylophon, Marimba und Vibraphon, Glockenspiel, Triangel und Becken.

Die Pauken erzeugen, wie alle Schlaginstrumente keinen klassischen Ton oder Klang. Da dem Einschwing- gleich der Ausschwingvorgang folgt, fehlt der quasistationäre Klangabschnitt. Die Pauken haben aber ähnlich den Tom-Toms im Ausschwingvorgang Teiltöne die harmonischen Charakter besitzen. Insbesondere der stärker ausgeprägte erste Oberton führt zu einer wahrnehmbaren Tonhöhe. Dadurch sind weniger die Toms aber durchaus die Pauken in der Lage Tonfolgen und Bassläufe zu spielen. Auf diese Art liefern sie ein wichtiges, nicht nur perkussives Fundament für den Orchesterklang. Der Tonumfang reicht von 73 Hz bis 130 Hz bei der Großen und von 124 Hz bis 196 Hz bei der kleinen Pauke. Durch den Anschlag werden starke Geräuschanteile bis 4 kHz erzeugt, wobei diese schon ab etwa 1 kHz schwächer werden.⁵⁰

Großmembran Mikrofone mit dynamischer Kapsel, wie das MD-421 von Sennheiser sind durchaus geeignet zur Schallwandlung, da die etwas trägere Reaktion der Kapsel die auftretenden Spitzenschalldrücke gut verarbeitet und auch den tiefen Schwingungen sehr gut folgen kann. Den Einschwingvorgang stellt lediglich ein Kondensatormikrofon besser dar. Durch seine geringere Membranmasse kann es dem Anschlag schneller folgen und die Pauke dadurch etwas präsenter abbilden. Sehr gute Ergebnisse können hier auch auf ungewöhnliche Weise mit dem Gesangsmikrofon AE5400 von Audio-Technica mit Kondensatorkapsel und Nierencharakteristik erzielt werden. Es bildet die, zur Beschallung nötigen, tiefen Frequenzen des Instruments vollständig und linear ab, die Präsenzhebung ist förderlich für einen klaren Anschlag und durch die mögliche Vordämpfung um 10 dB wird der ohnehin sehr schalldruckfeste Wandler sicher vor Verzerrungen im Impedanzwandler bewahrt.



Abbildung 26: Audio-Technica AE5400 an der Pauke

⁵⁰ vgl. Dickreiter 1997, 81

Für die große und kleine Trommel werden genau wie bei den Tom-Toms übliche Standardmikrofone der Beschallungstechnik verwendet. Ihr Klangbild besitzt eher Geräuschcharakter und formt keine klaren Töne. Dennoch gelten für die Große Trommel ähnliche Bedingungen hinsichtlich zu verarbeitender Spitzenschalldruck und Frequenzumfang, wie für die Pauke oder die Bass-Drum, für den Fall, dass auch ein Schlagzeug eingesetzt wird. Ein dynamisches Mikrofon mit großer Membran, wie das AKG D112 oder Audix D6 wird diesen Anforderungen absolut gerecht. Für eine Schallwandlung die dem natürlichen Klangbild von Großer Trommel und Bass-Drum möglichst entsprechen soll, ist das D112 etwas besser geeignet als das D6. Das D6 bietet aber, aufgrund seines auf die Anwendung an der Bass-Drum zugeschnittenen Frequenzgangs, den Vorteil dass es Bass-Drum, sowie Große Trommel sehr prägnant erscheinen lässt und das Instrument deutlicher von anderen Schlaginstrumenten abhebt.

Ein anderer Ansatz wird beispielsweise bei der kleinen Trommel, der Snare, verfolgt. Kaum ein Mikrofon war mit dem Sound eines Instruments von Rock- und Popmusik solange, so eng Verbunden, wie das Shure SM57 an der Snare. Auch wenn es mittlerweile durchaus Alternativen, hinsichtlich Klangtreue und Richtverhalten, gibt, kommt das SM57 dem original Klang der Snare vieler bekannter Rock- und Popklassiker einfach am nächsten, da es ihn selbst jahrzehntelang mit geprägt hat. Wenn eben diese Klassiker zur Aufführung kommen ist die Suche nach Alternativen an der Stelle nicht nötig.

Toms wie Congas fordern das Mikrofon hauptsächlich mit dem zu verarbeitenden Spitzenschalldruck. Der Frequenzgang ist zwar durchaus ausge dehnt, für beide Instrumente sind aber weder die Tiefsten noch die ganz hohen Frequenzen klangentscheidend. Dynamische Mikrofone wie das Sennheiser e904, Audix D2 oder das erwähnte Sm57 sind durchaus ausreichend. Etwas impulstreuer und klangneutraler wandeln, prinzipbedingt, Kondensatormikrofone. Die Clip-On-Mikrofone Shure Beta98, Audix ADX20-ip und Andere sind dafür genauso geeignet, wie die Mikrofone mit Kleinmembrankondensatorkapseln, Audio-Technica AE3000, Audix SCX1 oder Neumann KM184 beispielsweise.

Da die Schlaginstrumente im natürlichen Klang eines Orchesters, genauso wie in der Band, akustisch in der Regel nach hinten gerückt sind und eine eher untergeordnete und begleitende Position einnehmen, ist gerade im Orchester die Abnahme von Toms und Congas auch hervorragend zusammen mit anderen Schlaginstrumenten, wie Marimba, Vibraphon, Glockenspiel und Becken möglich. Dafür wird der Bereich, der ohnehin in der Regel engplatzierten Schlaginstrumente, mit mehreren Overheadmikrofonen abgenommen. In 1,5 m bis 2 m Höhe verteilt, erfassen sie alle Instrumente mit etwas natürlichem Raumanteil gleichmäßig. Durch die größeren Mikrofonabstände zu den Instrumenten und die sehr hohen Frequenzen die bspw. Glockenspiel und Triangel abstrahlen, ist hier der Einsatz von qualitativ hochwertigen Kondensatormikrofonen, wie Audix SCX1-C oder Neumann KM184 notwendig. Sie sind hochauflösend, impulstreu und die Nierenrichtwirkung unterdrückt wirksam unliebsamen Störschall von benachbarten Instrumenten. Der größere Mikrofonabstand bedingt auch eine etwas größere Verstärkung. Durch die Verwendung qualitativ hochwertiger Mikrofone, wie dem Audix SCX1-C, mit einem Äquivalentschalldruckpegel von beispielsweise lediglich 14 dB(A)⁵¹ erhöht sich – auch bei größeren Verstärkungen und permanent offenen Mikrofonkanälen – das Grundrauschen kaum wahrnehmbar.



Abbildung 27: Audix SCX1-C als Overheadmikrofon für Schlaginstrumente

⁵¹ Audix SCX1-C Datenblatt 2010, 2

2.7.5 Zupfinstrumente

Zu den Zupfinstrumenten gehören die Harfe und die Gitarre. Sie ähneln in ihrem Aufbau und Abstrahlverhalten den Streichinstrumenten. Auch sie bestehen aus einem Holzkorpus und darüber gespannten Saiten. Im Gegensatz zu den Streichinstrumenten werden diese aber nicht durch das Anstreichen mit einem Bogen zum Schwingen gebracht, sondern durch zupfen oder anreißen der Saiten mit den Fingern oder eines Plektrums.

Harfe

Die Harfe ist eines der ältesten Instrumente. Ihr Klang setzt sich aus den Grund- und Obertönen, sowie Spielgeräuschen durch das Anzupfen zusammen. Durch ihre hohe Anzahl von gespannten Saiten, die aber von Instrument zu Instrument variieren, und diverser Pedale zur Tonhöhenänderung, erzeugt sie Grundtöne zwischen 30 Hz und 3500 Hz. Obertöne und Geräuschanteile erweitern das Klangspektrum bis über die Hörgrenze. Das Abstrahlverhalten ist äußerst komplex, da es sich aus den schwingenden Saiten und der gewölbten Resonanzdecke zusammensetzt. Eine gute Mikrofonposition ist in etwa zwei Metern Höhe, seitlich hinter dem Harfenisten, das Mikrofon mit etwa einem Meter Abstand auf die Mitte des Instrumentes auszurichten. Um auch die tiefen Frequenzen ausreichend erfassen zu können sind bei diesem Mikrofonabstand Kugelmikrofone nötig.⁵²

In Hinblick auf das umgebende Schallfeld aus Symphonieorchester, Band und Solisten ist diese Mikrofonierung für eine Beschallungssituation ungeeignet. Der Störschall anderer Instrumente wäre, gegenüber dem großen Mikrofonabstand und der verhältnismäßig geringen Lautstärke der Harfe, einfach zu hoch. Die Abnahme mit dem dynamischen Körperschallwandler DYN-H von Schertler liefert ein direkteres Signal, mit wesentlich höherem Störgeräuschabstand und wesentlich geringerer Rückkopplungsneigung.

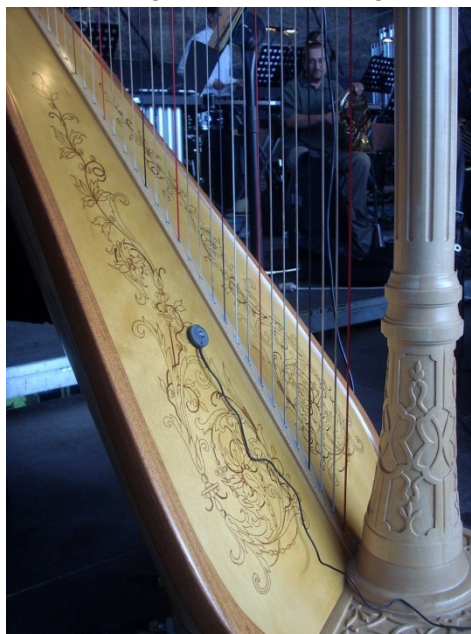


Abbildung 28: DYN-H von Schertler an der Harfe

⁵² vgl. Pawera 2004, 147

Das Prinzip ist das gleiche wie beim Kontrabass: Über einen Kontaktpunkt an der Unterseite des Tonabnehmers werden die Schwingungen der Harfe abgegriffen, ins Innere geleitet und ein dadurch dort schwingender, kleiner Neodymmagnet induziert die Schwingungen in der umgebenden Spule. Befestigt wird der Wandler mittels einer Knetmasse, die ringförmig an dessen Unterseite angebracht wird. Durch das Andrücken des Abnehmers bekommt die Kontaktfläche eine feste Verbindung zum Instrument. Die entweichende Luft hinterlässt dabei einen Unterdruck, der Haftung und Kontakt darüber hinaus begünstigt. Die beste Position für einen möglichst ausgeglichenen Frequenzgang hängt vom Bau des jeweiligen Instruments ab. Gute Ergebnisse werden meist leicht unterhalb der Mitte auf der Resonanzdecke erzielt, die dem Harfenisten zugewandt ist.

2.8 Orchestermischung

Nach der erfolgten Mikrofonierung des Orchesters, ergeben sich während der Orchestermischung noch weitere Möglichkeiten, um die Klangqualität des Orchesters für die Beschallungssituation zu verbessern und noch natürlicher erscheinen zu lassen.

2.8.1 Signalübertragung und Mikrofonvorverstärkung

Mikrofonsignale sind aufgrund ihrer Hochohmigkeit und geringer Spannungspegel anfällig für Signalbeeinflussungen. Besonders das schwächere Signal dynamischer Mikrofone erleidet, in längeren Leitungswegen, schnell eine Dämpfung der höheren Frequenzen oder einen schlechteren Signal-Rausch-Abstand durch einstreuende Störspannungen oder die anschließend notwendige größere Verstärkung.

Günstig wirken sich deshalb eine möglichst frühe Signalverstärkung und möglichst kurze Kabellängen aus. Durch die Verwendung von modernen digitalen Mischpulten, ist die Platzierung von abgesetzten Mikrofonvorverstärkern direkt auf oder neben der Bühne möglich. Das Mikrofonsignal erreicht, durch die damit kurzen Kabellängen, nicht nur unverfälscht die Vorverstärker, sondern, wegen der ebenfalls abgesetzten AD-Wandler, auch das Mischpult und die Beschallungsanlage. Einmal in digitaler Form ist das Signal praktisch vor unerwünschten Signalbeeinflussungen, seien es Einstreuungen oder Dämpfungen, gesichert. Die integrierten Sicherheiten in der digitalen Datenübertragung sind neben dem geringeren Verkabelungsaufwand des „digitalen Multicores“ die großen Vorteile dieser Übertragung.

2.8.2 Klangbearbeitung

Klangbearbeitungen am Mischpult sind nur im geringen Maße nötig, da der Klang des Orchesters möglichst natürlich bleiben soll. Mit der Klangbearbeitung gilt es vor allem den Einfluss der sehr direkten Mikrofonie zu korrigieren. Durch die sehr kleinen Mikrofonabstände zum einen und die Wandlungseigenschaften der jeweiligen Mikrofone zum anderen, ist das Signal der Instrumente ausgesprochen direkt und reich an hohen Frequenzanteilen. In einem üblichen Konzertsaal, erfahren diese hohen Frequenzen eine Dämpfung, durch die größere Entfernung des Orchesters zum Publikum und die frequenzabhängigen Absorptionseigenschaften der Luft. Diese Dämpfung kann durch den leichten Einsatz eines Shelvingfilters nachempfunden werden. Sofern nötig, denn auch die Schallwellen der Beschallungsanlage unterliegen diesen frequenzabhängigen Eigenschaften des Transportmediums Luft.

Viele Mikrofone haben zudem eine größere Empfindlichkeit in dem Bereich um 10 kHz. Dadurch sind sie in der Lage auch bei größeren Mikrofonabständen noch ein Signal zu liefern, das präsenter wirkt und weniger Diffusschall zu enthalten scheint. Bei der direkten Mikrofonie unmittelbar am Instrument, kann das aber zu einer unnatürlichen Überbetonung dieses Frequenzbereichs kommen. Hier gilt es den Präsenzbereich, des jeweiligen Instruments, wieder auf das Niveau des natürlichen Spektrums zu bringen. Dem empfindlichen Gefüge der jeweiligen Formantbereiche ist dabei unbedingt Sorge zu tragen. Am besten lässt sich diese Korrektur mit einem parametrischen Equalizer vornehmen, wodurch der Filter in seiner Bandbreite genau den jeweiligen Anforderungen angepasst werden kann.

Die Signalqualität lässt sich auch durch Maßnahmen im Tieftonbereich weiter verbessern. Mit einem durchstimmbaren Hochpassfilter kann das zu übertragende Signal auf den Bereich begrenzt werden, der auch wirklich noch vom jeweiligen Instrument abgestrahlt wird, bzw. der für eine natürliche Platzierung des Instruments im Orchestermix notwendig ist. Dadurch lässt sich tieffrequenter Störschall, wie Trittschall oder das Übersprechen benachbarter Instrumente oder der Beschallungsanlage, wirkungsvoll ausblenden und das Instrument besser isolieren und im Mix herausarbeiten. Wirkt der Hochpass noch analog vor dem Mikrofonvorverstärker oder dem AD-Wandler, werden energiereiche, tieffrequente Signalanteile auch von diesen Teilen der Signalkette ferngehalten und sie lassen sich höher mit dem eigentlichen Nutzsignal aussteuern. Das vergrößert den Rauschabstand und verbessert nochmals die Signalqualität.

Ein anderes Problem kann durch die Verwendung von gerichteten Mikrofonen in kleinen Abständen entstehen. Durch deren Nahbesprechungseffekt, können tiefe Frequenzen im Nahfeld unverhältnismäßig lauter werden, wenn ihr Frequenzgang nicht für eben solch kleine Mikrofonabstände optimiert wurde. Eine Korrektur kann auch hier mit einem Shelvingfilter erfolgen oder mit der Kombination aus Hochpass und parametrischem Equalizer.

2.8.3 Laufzeitkorrektur

Ein vollerer Orchesterklang kann dadurch erreicht werden, indem die einzelnen Mikrofone an den jeweiligen Instrumentenpositionen in ihrer Laufzeit verzögert werden. Das ist mit analogen Mischpulten und entsprechenden Geräten aufwändig, stellt auf modernen digitalen Plattformen aber kein Problem mehr dar.

Die Referenz bildet dabei der Dirigent mit seiner zentralen Position vor dem Orchester. Von dort aus wird die Entfernung zu jedem einzelnen Instrument bestimmt und dessen Signal im Mischpult mit der entsprechenden akustischen Laufzeit verzögert. Durch diesen kleinen Laufzeitversatz bekommt der Orchestermix eine räumliche Tiefenstaffellung und wirkt insgesamt breiter und natürlicher. Andernfalls würden die Signale der einzelnen Instrumente, mit gleichem Mikrofonabstand, wie er beispielsweise bei den Streichern vorkommt, auch gleichzeitig am Mischpult eintreffen und wiedergegeben werden. Das entspricht aber nicht der akustischen Wahrnehmung in einem unverstärkten Konzertsaal.

2.8.4 Ortbarkeit und Stereoklangbild

Die Ortung der einzelnen Instrumente lässt sich mit einem Stereomix und dem Einsatz der Panoramaregler für jedes Instrument ermöglichen. Ähnlich dem Prinzip der Tiefenstaffellung mittels der Laufzeitkorrektur, werden die Positionen der Instrumente auf der Bühne, mittels des Panoramareglers auf die linke und rechte Kanalseite des Stereomixes verteilt, etwa so, wie es ihrer Entfernung zur Bühnenmitte entspricht. Die Erste Geige wird demnach nur leicht ins linke Panorama korrigiert, die Ersten Violinen am fünften Pult dagegen beispielsweise stark. Die so entstandene Stereoverteilung der Instrumente führt zu einer guten Ortbarkeit und räumlichen Wahrnehmung des Orchesters. Allerdings nur innerhalb des möglichst gleichseitigen Stereodreiecks aus linker und rechter Beschallungsanlage und der eigenen Hörposition. Umso größer die Abweichungen von diesem idealen Dreieck sind, umso weniger werden die Instrumente ortbar und der räumliche Eindruck nimmt ab.

2.8.5 Effekte und Raumprozessoren

Die direkte Einzelmikrofonierung bietet als einziges Verfahren die Möglichkeit jederzeit wirkliche Kontrolle über die einzelnen Instrumente und Klanganteile im Orchester zu haben. Der ungewohnte direkte Klang der Instrumente kann später durch Raumprozessoren nahezu beliebig und völlig unproblematisch wieder ausgeglichen werden. Damit ist es auch möglich das Orchester der jeweiligen Umgebung und Beschallungssituation anzupassen. Ein direkterer Mix bedeutet eine bessere Abbildung und spätere Ortbarkeit des Orchesters auch in größeren Entfernungen und akustisch schwierigeren Bedingungen, mit beispielsweise großen Nachhallzeiten.

Der natürliche Klang eines Orchesters wird aber auch von dem umgebenden Raum und dessen akustischen Eigenschaften geprägt. Da ein dafür geeigneter Raum unter den Bedingungen der Livebeschallung selten und Openair faktisch nie gegeben ist, sind Maßnahmen notwendig um dem gewohnten „natürlichen“ Klangbild eines Orchesters im Konzertsaal zu entsprechen.

Anders als bei Sängern in der Rock- und Popmusik, führt das hinzumischen von Hall- und Delayeffekten zum Direktsignal, bei einem Orchester aber zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis. Der Unterschied liegt darin, dass es sich bei Hall- und Delayeffekten um Effekte im Wortsinn handelt, mit denen zum Beispiel auch eine Stimme kreativ bearbeitet werden kann. Sie können aber keinen transparenten, natürlichen Raumeindruck erzeugen, der den direkten Mix eines Orchesters akustisch in einen Konzertsaal platziert.

Das Problem liegt in der Grundstruktur der Hallprozessoren, mit der auch die hochwertigsten Geräte der meisten namhafter Hersteller arbeiten. Das Hallsignal wird hier, aus Gründen der DSP-Ressourcen, in zwei Phasen betrachtet. Zuerst wird der Anhall mit den Erstreflexionen über einen eigenen Algorithmus oder Prozessor erzeugt. Die Frühen Reflexionen werden dabei mehrfach über eine Delayline abgegriffen und sind in zeitlicher Abfolge und Lautstärke regelbar. Über diesen Mechanismus soll der Raum in seinen Eigenschaften charakterisiert werden. In der zweiten Phase folgt dann die Hallfahne, die durch ein Predelay von dem Direktsignal entkoppelt wird und wiederum aus einem eigenen Algorithmus entsteht. Dieses Konzept kann aus zwei Gründen keinen wirklich natürlich wirkenden Raum simulieren:

Erstens, die Erstreflexionen liefern für alle Transienten die gleiche herausragende Impulsantwort, ohne das Eingangssignal im gesamten zu betrachten. Das wirkt auf das menschliche Gehör schnell langweilend und künstlich. Um dem zu entgehen werden die Delayabgriffe permanent leicht

verändert, damit sie sich möglichst schnell verfremden und das Ohr sie nicht mehr miteinander in Verbindung bringen und als Wiederholung empfinden kann. Aus den sich ständig verschiebenden Zeitpunkten für die Abgriffe aus der Delayline entsteht aber eine Frequenzschwankung, der Dopplereffekt. Derartige Modulationseffekte wirken sich höchst negativ auf die Hallqualität aus. Es scheint fast zu „jaulen“ und ist für Klavier und klassische Musik nicht geeignet.

Zweitens erzeugt die Trennung und unterschiedliche Bearbeitung der Erstreflexionen von der Hallfahne, teils widersprüchliche Informationen über den Raum, hinsichtlich seiner individuellen akustischen Eigenschaften, wie Größe und Raumresonanzen. Der Eindruck eines wirklich klar existierenden Raumes kann so also nicht entstehen.

Ein natürlich wirkender Raum ist aber genau das erstrebenswerte Ziel und Schlüssel zu einem insgesamt natürlichen Orchesterklang. Diesen hohen Anspruch zu verwirklichen gelingt dem Konzept von Quantec hingegen wesentlich besser. Die deutsche Firma ist für ihre hochwertigen Raumprozessoren weltweit anerkannt. Der Vorteil von ihren Raumprozessoren liegt darin, dass sie es schaffen für das Ohr so schlüssige Räume zu erzeugen, dass akustische Phänomene, wie die selektive Wahrnehmung, bzw. der Cocktailpartyeffekt, weiterhin möglich sind. Dadurch wird eine unglaubliche Transparenz möglich. Bei fehlenden, eindeutigen, räumlichen Informationen, reagiert das Ohr genau wie ein Mikrophon in einer Umgebung mit zahlreichen Störgeräuschen. Die Wahrnehmung wird als verhallt und unverständlich empfunden.

Das Prinzip beruht hauptsächlich auf der - von der jeweilig gespielten Tondauer - abhängigen Lautstärke und damit auch Länge des Nachhalls. Dieses Modell empfindet den Anhall mithilfe von Einschwingvorgängen von Resonatoren in einem Raum nach. Jeder einzelne Ton erzeugt dabei, abhängig von seiner Spieldauer, eine, hinsichtlich Lautstärke und Klangfarbe, eigene Hallfahne. Diese Hallfahne mischt sich mit den Hallfahnen Vorausgehender und nachfolgender Töne, je nachdem wie lang ihr Stimulus, also auch ihr Nachhall und ihre Lautstärke ist. Dadurch entstehen Interferenzen, deren Muster sich ständig ändert und auch für das Ohr nie gleich oder vergleichbar klingt. Extra vorgeschaltete Erstreflexionen werden dadurch nicht nötig. Im Ergebnis sind die Hallfahnen viel enger an das Eingangssignal gekoppelt, wirken individueller und durchsichtiger, da die Hallfahnen auch lauter, aber kurzer Töne wesentlich kürzer ausklingen – so wie in einem realen Raum. Transparenz und Silbenverständlichkeit bleiben dadurch erhalten. Da keine zusätzlichen Erstreflexionen zugemischt werden, gelingt es dem Ohr einen realistischen Raum zu simulieren.

Die selektive Wahrnehmung ist weiterhin möglich, wodurch das akustische Geschehen noch durchsichtiger und feiner aufgelöst wirkt.

Die Qualität der Quantec Raum Simulationen lässt es zu das gesamte Orchester mit einem Haupthall zu versehen und in einem Gerät zusammen zu erzeugen. Die Aufteilung der Streicher, Holz- mit Blechbläsern und Percussion auf drei Geräte mit gleicher Parametrisierung ermöglicht es aber im Livemix individueller zu reagieren. Klang- und Stimmfarben einzelner Passagen, sowie Soli, können dadurch noch besser herausgearbeitet werden.

2.8.6 Monitoring

Durch die bereits beschriebenen Vorteile der neuen Beschallungssysteme und die damit erreichte wesentlich geringere Bühnenlautstärke ist ein Monitoring allein für das Orchester in vielen Fällen nicht erforderlich. Versuche mit In-Ear-Kopfhörern und separaten Mixen für die jeweiligen Instrumentengruppen haben gezeigt, dass daraus oftmals sogar noch mehr Probleme im Zusammenspiel und der Intonation entstehen können. Vielen klassischen Musikern fällt es schwer außerhalb ihrer gewohnten Konzertumgebung mit einer völlig anderen Akustik zu Recht zu kommen. Auch abgesehen von lauten Schallquellen, wie der Band oder dem Monitoring der Solisten, wird ein Großteil der Schallenergie in der Open-Air-Situation absorbiert oder schlicht nicht reflektiert. Aber genau darauf basiert ein ganz wichtiger Teil im Zusammenspiel der Musiker, die jeweils anderen Instrumente und sich selbst dazu zu hören. Selbst nach fünfzehn Jahren Erfahrung in dieser für die Philharmoniker noch immer besonderen Situation, fällt es ihnen schwer auszudrücken, welche Art von Mischung für sie wirklich notwendig und gewünscht ist, um sich optimal zu Recht zu finden. Dabei darf aber auch nicht vergessen werden, was es für einen Aufwand bedeuten würde, wirklich jedem Musiker einen persönlichen Mix anzubieten und dabei alle Feinheiten, wie zum Beispiel die Präsenz der Stimmenführer und des eigenen Instruments noch zu berücksichtigen. Auch dem Urteil der Musiker zufolge empfinden sie die akustischen Gegebenheiten auf einer Openair-Bühne als sehr isolierend für sich und ihre Instrumentengruppe, da das gesamte Orchester nur schwer wahrnehmbar ist. Eine Lösung mit klassischem Monitorsystem wäre aber konträr zum Wunsch einer möglichst leisen Bühne und zur bestmöglichen Signalqualität der zahlreichen Kugelmikrofone. Die Gefahr von Rückkopplungen würde steigen und der natürliche Laufzeitversatz anderer Instrumentengruppen im Konzertsaal wäre so nicht gegeben, woraus eine neue Unsicherheit und Fremdheit im Spielgefühl entstehen könnte.

Eine kleine Verbesserung stellt die Verwendung von Rundbogenbühnen dar. Unter deren Dächern entsteht eine gewisse räumliche Situation, da das halbrund verlaufende Bühnendach Reflexionen etwas begünstigt und besonders die Signale der äußeren Instrumente durch den Bogen besser auf die gegenüberliegende Seite gelangen. Auch schon die Verwendung von Seitenplanen gegenüber dem üblichen luftdurchlässigen Gewebestoff schafft diesbezüglich eine Verbesserung. Sie ist aber nur bei entsprechend großen und tragfähigen Bühnen möglich, die den dann größeren Windlasten widerstehen können.

2.8.7 Kommunikation

Auch wenn eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen Dirigent und Ton-techniker während des Konzertes für dessen Erfolg in der Regel nicht zwingend nötig ist, so ist sie doch zumindest bei Anspielproben und dem Soundcheck ein hilfreiches Mittel. Eine Sprechstelle am Pult des Dirigenten und eine weitere am Bühnenaufgang können, selbst ungenutzt, noch wesentlich zu einem sicheren Gefühl aller Symphoniker in der ungewohnten Situation beitragen. Denn, wie schon eingangs erwähnt, können Schallwandler nur den Schall wandeln, der sie auch erreicht. Neben dem sorgfältig ausgewähltem Mikrofon und dessen exakter Positionierung, ist doch auch ganz entscheidend der Musiker für den Klang und die Qualität seines Instrumentenspiels.

Aus dieser Sicht betrachtet, ist die Schaffung einer direkten Kommunikationsmöglichkeit zwischen, zumindest, dem Dirigenten und dem verantwortlichen Tontechniker ein wesentlicher Schritt zur Qualitätssicherung. Denn wie kann besser sichergestellt werden, dass jeder Musiker für sich und das Orchester insgesamt ihr volles Können auch zur Aufführung bringen können, als ihnen dafür die bestmögliche Arbeitsgrundlage zu schaffen.

Durch fehlende Kommunikation arbeiten Musiker, Dirigent und Techniker womöglich unter dem Einfluss störender Faktoren, ohne dass dieses vielleicht vom Verantwortlichen auch nur bemerkt wird oder werden kann. Die Konzentration auf das Wesentliche leidet in solchen Situationen, über kurz oder lang, zwangsläufig, die Motivation schwindet und Frustration kommt auf. Wenn in dieser Situation jemand den Versuch unternimmt einem Problem nachzugehen, dass nicht im eigenen Einflussbereich liegt, ist das bei Produktionsstädten dieser Größenordnung in der Regel immer mit einem gewissen Lauf- und Zeitaufwand verbunden. Das steht dem Versuch meistens selbst schon im Wege.

Lautstarke Kommunikation mit Händen und Füßen über eine Distanz von vielleicht 100 Metern trägt in den meisten Fällen auch nicht zur konstruktiven Problemlösung bei.

Eine simple Sprechstelle macht es möglich, dass störende Faktoren mal eben während der Probe benannt werden können und dass sich der Verantwortliche darum kümmern kann. Sie ist allein kein Garant für optimale Bedingungen, macht aber eine effektive Kommunikation möglich, die wiederum die Basis dafür bildet, dass unter den jeweiligen, ganz speziellen Situationen vor Ort, die bestmöglichen Arbeitsbedingungen für alle Beteiligten geschaffen werden können. Nicht immer sind dafür ein kompletter Bühnenumbau und die Neuausrichtung der Beschallungsanlage notwendig. In vielen Fällen sind es kleine Dinge, wie ein blendender Scheinwerfer oder ein ungünstig ausgerichteter Bühnenmonitor des Solisten, der sich womöglich an einer anderen Position befindet und das Monitoring ihn nicht so gut erreicht, wie die Musiker, die durch ihn Probleme beim Intonieren bekommen. Die Qualität der Produktion, auch inklusive der Klangqualität, kann aber in jedem Fall, durch das schnelle und unkomplizierte Benennen von Störfaktoren und deren Beseitigung erheblich verbessert werden.

Fazit

Am Beispiel von Philharmonic-Rock wird deutlich, wie viele Faktoren beim Orchestermix für die Live-Beschallung Einfluss auf die Klangqualität haben. Die Schallwandler bleiben zwar letztendlich ausschlaggebend, aber nur deshalb, weil die Schallwandlung nicht allein von dem Mikrofon abhängt, sondern vielmehr von dessen bewussten Einsatz.

Positionierung der Instrumente auf der Bühne und geeignete Mikrofone an der richtigen Stelle, haben in der Praxis der Live-Beschallung schnell größeren Einfluss auf die Klangqualität, als die Unterschiede sehr guter Mikrofone zu den herausragenden Modellen ausmachen würden.

Für einen möglichst natürlichen Orchesterklang ist es daher genauso wichtig den Musikern eine Arbeitsumgebung zu schaffen, in der sie wie gewohnt Zusammenspielen können und das Klangbild so erst entsteht, wie auch Schallwandler so einzusetzen, dass sie das akustische Ereignis vollständig transportieren können. Nur so kann der Klang eines Symphonieorchesters auch Open-Air entstehen und tausende Zuhörer erreichen.

Das Konzept von Philharmonic-Rock selbst erreicht damit nicht nur neues Publikum, sondern das lebendige Klangereignis eines solch großen Orchesters plus Band und Solisten schafft es auch nachhaltig zu begeistern und das Interesse für weitere Veranstaltungen zu sichern.

Literaturverzeichnis

Bücher

Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik. Band 1, 6. Auflage, München 1997

Pawera, Norbert: Mikrofonpraxis. Tipps und Tricks für Bühne und Studio. 5. Auflage, Bergkirchen 2004

Internet

AUDIX Microphones

www.audixusa.com

www.audixusa.com/docs/specs_pdf/adx20i.pdf

www.audixusa.com/docs/specs_pdf/SCX1.pdf

DPA Microphones

www.dpamicrophones.com

www.dpamicrophones.com/en/Products.aspx

www.dpamicrophones.com/en/Microphone-University.aspx

Independentrecording Frequenzübersicht der Musikinstrumente

http://www.independentrecording.net/irn/resources/freqchart/main_display.htm

Schertler

www.schertler.com

www.schertler.com/homepage_schertler/dynb-de.html

www.schertler.com/homepage_schertler/dynh-de.html

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Großbuch, den 30.07.2010